THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

584.81
Ir 5u

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/uebereinigearten00irmi

Ueber einige Arten

aus der

natürlichen Pflanzenfamilie der Potameen.

Von

Dr. Thilo Irmisch,

Professor am Fürstl. Gymnasium zu Sondershausen, Mitglied mehrerer gelehrten Gesellschaften.

(Mit drei lithographirten Tafeln.)

(Aus dem II. Bande der Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für die Provinz Sachsen und Thüringen in Halle besonders abgedruckt.)

Berlin.

Verlag von G. Bosselmann.

1858.

q 584.81
Ir 5u

2 Je 25 Sigzer

Herrn

L. C. Treviranus,

Doctor der Philosophie und Medicin und ordentlichem Professor der Botanik an der Universität zu Bonn, Ritter etc. etc.

als

Zeichen aufrichtigster Verehrung

gewidmet

vom

Verfasser.

Ueber einige Arten

aus

der natürlichen Pflanzenfamilie der Potameen

von

Th. Irmisch.

(Mit drei Tafeln.)

Der Verein, durch dessen Vermittlung die vorliegende Arbeit vor die Oeffentlichkeit tritt, hat, wie jeder ähnliche, einen weiten Kreis zwar verschiedenartiger, jedoch zuletzt einem Ziele zustrebender Aufgaben. Gewiss muss es, um hier zunächst auf dem Gebiete der Naturgeschichte stehen zu bleiben, in hohem Grade wünschenswerth erscheinen, dass wir eine möglichst vollständige auf zuverlässige Bestimmungen gegründete Uebersicht von dem Reichthum erhalten, den die Grenzen unseres Vereines an Mineralien, an Pflanzen und Thieren der Vor- und Jetztzeit umfassen. Mag auch für einzelne Zweige und für einzelne Gegenden schon Erfreuliches geboten sein, — dass wir in dieser Hinsicht noch weit zurück sind, ja noch in den ersten Anfängen stehen, dass ein recht reges Vereinsleben die zerstreuten Anfänge zu sichten und zu einem Ganzen fortzuentwickeln habe, braucht nicht weiter ausgeführt zu werden. Wenn auch solche Arbeiten in der unscheinbaren Form von Registern, deren Reihenfolge durch das Schema eines Systems geregelt ist, auftreten, so sind sie doch sehr verdienstlich und gewähren, selbst über die Grenzen des Vereines hinaus, für allgemeinere Zwecke manichfachen Nutzen. Es erschliesst sich aber für die Thätigkeit unseres Vereins noch eine andere Reihe von Aufgaben, deren Lösung nicht minder dankenswerth und nicht minder geeignet erscheint, ihn mit der Entwicklung der Wissenschaft im Allgemeinen in Zusammenhang zu setzen und darin auf eine dieselbe fördernde Weise zu erhalten; ich meine die genauere Ergründung der Naturgeschichte der einzelnen Organismen und Anorganismen. Ein jeder Kundige weiss, dass eine Fülle von Stoff für die Einzelforschung uns allenthalben in den Naturerzeugnissen unserer Umgebungen vorliegt, indem wir mit unserer Kenntniss gegenwärtig noch bei vielen Thier- und Pflanzenarten nur auf einzelne Abschnitte des Lebens der zu ihnen gehörenden Einzelwesen beschränkt sind, und das, was wir davon wissen, nur eine kleine Oase dem gegenüber ist, was für die Wissenschaft noch brach und unfruchtbar

daliegt. In der Absicht, eine allerdings nur schmale Lücke in der Naturgeschichte der einheimischen Pflanzen auszufüllen, lege ich diesen Beitrag zunächst unserem Vereine vor. Dieser Beitrag ist und kann nichts anders sein, als ein Bruchstück schon nach der Anzahl der behandelten Pflanzenarten, die eine nur sehr beschränkte ist, da die Umgegend meines Wohnortes verhältnissmässig arm an Sumpf- und Wasserpflanzen und namentlich an Arten aus der Gattung *Potamogeton* ist; ich gedenke aber mit Gottes Hülfe auch die übrigen Arten des Vereinsgebietes, in welchem die wichtigsten Formen der genannten Gattung vertreten sind, genauer zu untersuchen und ihre Naturgeschichte durch Beschreibung und Abbildungen zu erläutern und rechne dabei im Voraus auf die gütige Unterstützung der mit Botanik sich beschäftigenden Vereins-Mitglieder, in deren Nähe andere Arten vorkommen.

Die Potameen gehören nicht zu den schönen Gewächsen; denn nur manchen Arten ist eine gefälligere Form der Blätter, die sich auf dem Wasserspiegel ausbreiten, zu Theil geworden. Die Blüthen, weit entfernt, mit schönen buntfarbigen Hüllen umgeben zu sein, sind auf die allernothwendigsten Theile beschränkt,*) und diese sinken selbst der Zahl nach zu einfachen Combinationen herab, wie sie bei den Monokotylen nur selten sind. Den Ersatz für diese Dürftigkeit gewährt ihnen ein kräftiges Wachsthum, das bei manchen gradezu unbegrenzt erscheint in der Wiederholung der Blatt- und Blüthensprosse und den oft zarten Theilen eine bedeutende Dimension verleiht. So werden sie geschickt unter dem Wasser — nicht selten in beträchtlicher Tiefe, aus der nur wenig andere Pflanzen, wie z. B. die Nymphäen, ihre Blätter emporsenden — eine Mittelform von Wiese und Hecke mit bilden zu helfen und erlangen für unsere Gewässer und deren Bewohner keine geringe Wichtigkeit. Schon die deutschen Benennungen: Laichkraut und Froschlattich (*Lactuca ranarum*) deuten dies an, und Linne (Oecon. plant. in Amoenit. academ. vol. I.) sagt, sie dienten dazu, die Gewässer für die Fische ruhig und sicher zu machen; gewiss nicht allein für diese, sondern noch für eine sehr grosse Anzahl niederer Thiere, die an und zwischen und auch von ihnen leben. Die oft in grösster Anzahl die Oberfläche der Tiefe bedeckenden Früchtchen mancher Arten werden von Enten und andern Wasservögeln gefressen. Mit Sicherheit ist auch anzunehmen, dass sie mit dazu wirken, stehende Gewässer vor Fäulniss zu bewahren, um so mehr, als ihr oft massenweises Auftreten und ihre reiche Belaubung zu diesem Zwecke besonders geschickt erscheint. Geringer ist die nähere Beziehung der Potameen zu dem Menschen und dessen Haushalt: die alten Kräuterbücher, sonst so beredt, wenn sie auf den Nutzen der Kräuter zu sprechen kommen, wissen nicht viel über die Verwendung der „Sumkräuter“ — ein Sammelname für ver-

*) Raius (synops. meth. stirp. Brit. p. 134) wurde durch den einfachen Blüthenbau dieser und anderer Gewächse zu der Ueberzeugung hingeleitet, dass die Staubgefässe in dem Leben der Pflanze eine grössere Bedeutung hätten, als man gewöhnlich meinte: „cum petala multarum stirpium floribus desint, stamina cum apicibus paucissimarum, hinc colligitur stamina non esse partem otiosam et superfluam, sed potius valde utilem et necessariam. Hinc etiam confirmatur sententia opinantium pulverem in apicibus staminum contentum spermatis masculini vicem praestare.“

schiedene Wassergewächse — zu melden und begnügen sich mit allgemeinen, wahrscheinlich auf Galen's Auctorität sich stützenden Angaben, dass man sie wegen ihrer kalten Natur äusserlich gegen Hitze der Glieder gebrauchen könne; wohl um dieser kalten Natur zu Hülfe zu kommen, wird auch gerathen sie mit Wein zu sieden, wo sie dann, getrunken, gegen die rothe Ruhr helfen sollten. Von einer Art — nach der Abbildung wäre es *Potamogeton natans*, aber die Beschreibung passt nicht gut auf diese Art — erzählt uns der Altmeister Tragus, dass die Weiber sie aus den Bächen ziehen, sieden und den Säuen füttern, was, wenn man auch nur den Stärkemehlgehalt berücksichtigt, nicht unpraktisch erscheint. Dass man auch damit düngen könne, ist an sich klar.

Nach einigen Nachrichten, deren ursprüngliche Quellen ich leider nicht vergleichen kann, werden die Wurzelstöcke des *Potamogeton natans* von Völkern am Ural genossen; ich komme auf diesen Punkt im Verlaufe des Aufsatzes selbst zurück. Auch abgesehen von diesen Angaben über den Nutzen der Potameen, deren Dürftigkeit zu einem guten Theile wohl ihren Grund in meinen spärlichen literarischen Hülfsmitteln hat, nehmen die Pflanzen die Aufmerksamkeit des Naturforschers in Anspruch, und ich hoffe, dass deren fortgesetztes Studium für die Morphologie der Pflanzen überhaupt noch manches interessante Resultat gewähren wird, indem sie nicht nur Gesetze, die man für andere Pflanzen gefunden hat, bestätigen, sondern auch weitere Interpretationen derselben liefern dürften.

I. Potamogeton natans *L.*

§. 1.

Man unterscheidet an *Potamogeton natans*, wenn man sich nicht mit einem unvollkommenen Bruchstücke eines Exemplars begnügt, sondern eine vollständige, oder wenigstens eine mit den jüngsten Theilen des Rhizoms versehene Pflanze vor sich hat, leicht zweierlei Achsen schon nach deren äusserlichem Ansehen und nach ihren Wachsthumsrichtungen: die einen sind grün, dringen in dem Wasser bald schief bald senkrecht empor, um auf dessen Oberfläche die freudig grünen, lederigen Laubblätter auszubreiten und über dieselbe die Blüthenähre emporzuhalten; die andern dagegen, welche wenigstens anfangs weiss sind, wachsen horizontal oder — man weiss ja, dass in der lebendigen Schöpfung diese mathematischen Begriffe nur selten in ihrer ganzen Schärfe anwendbar sind — doch fast horizontal. Jene ersteren erscheinen als die bevorzugten, was ihre ganze Lebensweise betrifft, denn sie schaukeln sich, wofern sie nicht zufällig trocken gelegt werden, wie es im diesjährigen Sommer in manchem Teiche der Fall war, in und auf dem beweglichen Elemente, nehmen auch ihr Theil an Luft und Licht und bringen unter deren Einfluss Blüthe und Frucht, während die andern sich in dem schlammigen und wenig Hinderniss entgegensetzenden Boden, in denselben einwurzelnd, fortschieben, den Dienst eines festhaltenden lebendigen Ankers mit dem des Nahrung-Aufsaugens und Fortleitens, so wie eines Speichers verbindend. Wir wollen genauer zusehen, wie sich beide anscheinend so verschiedenen Achsen zu einander verhalten, und wir werden dann

erkennen, dass wir es nur mit verschiedenen Regionen einer und derselben Achse zu thun haben. Zu jenem Zwecke ist es auch hier das Einfachste, die jüngern Zustände der horizontalen Achse, die Spitze, zu untersuchen, die grade bei dieser Art leicht zu erlangen ist, da die horizontalen Achsen meist ganz flach, oft kaum einen Zoll hoch, von dem Schlamme oder auch dem etwas festeren Boden bedeckt sind und nur wenig durch die zarten Wurzelbüschel darin festgehalten werden.

§. 2.

Eine solche Spitze, Tab. I., Fig. 1. die Stelle bei II. und III., erscheint nun in Form einer mehr oder weniger tief zweitheiligen Gabel, deren Zinken unter einem spitzen Winkel auseinander treten. Ist sie noch jung genug, so findet man an der Stelle der Gabelung ein breites niedriges Schuppenblatt, b zwischen II. u. III., welches, obschon es ganz getrennte Ränder hat, die ganze Achse, die nach der Stärke der Exemplare einen Durchmesser von ungefähr drei Viertel bis drei volle Linien hat, umgiebt und auch deutlich eine Mittellinie (Mediane) erkennen lässt. Beide Umstände, dass dieses Blatt stengelumfassend ist und eine deutliche Mediane hat, machen die Entscheidung leicht, welcher von den Gabeltheilen die Hauptachse und welcher der Ast sei; denn wenn auch das erste Blatt eines jeden Gabeltheiles — a vor III. und c an der aufsteigenden Spitze — mit jenem Schuppenblatt genau alternirt (oder die Divergenz $^1/_2$ hat), so muss doch c, weil es an seinem Grunde von den Seitenrändern des Blattes b deutlich umfasst wird, als das auf letzteres folgende, und mithin die Achse, der es angehört, als die Fortsetzung der Achse, der b zugehört, betrachtet werden. Diese Achse wollen wir zunächst weiter verfolgen, so weit es eben für unsern Zweck nöthig ist. Jenes Blatt c ist durch ein äusserst kurzes, ausgewachsen keine volle Linie langes Internodium von b getrennt und ist eine lange Schuppe, mit gleichfalls getrennten Rändern (wie sie auch in den folgenden Blättern sich finden); da der eine Rand über den andern greift, so erscheint es als eine zusammengerollte ziemlich lange Röhre. Auch im Knospenzustande, wofern er nicht ein ganz früher ist, erkennt man, dass die beiden folgenden Blätter gleichfalls etwas eingerollte Schuppenblätter (Niederblätter) sind, dass aber dann die Blattform sich ändert, indem nämlich das nächste Blatt, Fig. 11 f, aus einem röhrigen Nebenblatte*) st, von dessen getrennten Rändern der eine auch hier etwas über den andern greift, und aus einem linealen, etwas zugespitzten und ein wenig breitgedrückten Theile f besteht, in welchem man den Anfang zu einem Laubblatte erkennt, von dem sich nur Stiel und Mittelrippe ausgebildet hat, während die Lamina oder Spreite bis auf diesen letztbezeichneten Theil

*) Bischoff nennt ein solches Nebenblatt in seiner bot. Terminologie stipula vaginans, N. v. Esenbeck eine Nebenscheide. Ersterer giebt eine Entstehungsweise an, die nicht in der Natur begründet ist; er nimmt nämlich (man vergl. dessen Botanik I, p. 180) an, dass sich das Nebenblatt aus zwei getrennten Theilen durch Verwachsung ihrer innern Ränder bilde. Eine solche findet nicht statt, sondern das Nebenblatt ist gleich anfangs einfach.

fehlt; ich will die so gestalteten Blätter mit Koch und Andern der Kürze halber Phyllodien nennen und bemerke, um Wiederholungen zu vermeiden, gleich hier, dass an den ausgebildeten Stengeln in der Regel noch mehrere solcher Phyllodien auftreten. An sie schliessen sich dann die ausgebildeten Laubblätter an, die auf der Oberfläche des Wassers oder nahe unter derselben schwimmen.

Koch hat bereits auf die Uebergänge von den pfriemenförmigen Phyllodien zu den vollkommnen Laubblättern aufmerksam gemacht: es treten nämlich an der Spitze jener, als erste Anfänge der Spreite, schmale, oft löffelartige Erweiterungen auf, die an den obern Blättern dann grösser werden, bis endlich die obenauf schwimmenden Blätter die vollkommene Form erlangen; der Stiel der letztern erscheint dicht unter der Lamina regelmässig etwas gekrümmt, wodurch wohl ihre horizontale Ausbreitung erleichert wird. — Alle Internodien, mit der bereits erwähnten Ausnahme des zwischen b und c befindlichen, sind entwickelt, bis unmittelbar unter der Inflorescenz wieder ein unentwickeltes Internodium eintritt, wodurch die ihr zunächst stehenden zwei Laubblätter so nahe an einander rücken, dass sie scheinbar opponirt sind. Auch an den Spitzen solcher Stengel und Zweige, die nicht zur Blüthe gelangten, pflegen im Herbste die Internodien ganz kurz zu bleiben, so dass ihre Blätter mehr büschelig beisammen stehen.

§. 3.

Die Zahl der Phyllodien und der Laubblätter ist keine bestimmte. In manchen Fällen fand ich von jenen nur 2, 3 oder 4, und wenn der Wasserstand recht niedrig ist, mag es wohl auch vorkommen, dass unmittelbar über den Niederblättern gleich die vollkommenste Form der Laubblätter auftritt. Linne sagt schon *(Flora lappon.)* von unserer Art: si creseit in loco, qui per aestatem exsiccatur, mire mutat faciem; mein nun verstorbener Freund Wallroth *(sched. crit.)* bemerkt ausdrücklich: in locis exsiccatis caulis a basi statim foliosus est, und Herr Geh. Hofr. Doell (Rhein. Flora) unterscheidet von *P. nat.* eine Abänderung: δ) *terrestris*: „sämmtliche Blätter gleich gestaltet und lederartig," hat aber in der neuerlich erst erschienenen Flora von Baden diese Varietät oder Hauptform wieder weggelassen, und wohl mit Recht; denn dasselbe Exemplar, das in der bezeichneten Weise erscheint, kann an einem andern Sprosse, den es an einer vom Wasser bedeckten Stelle aus dem weit umher kriechenden Wurzelstock treibt, zugleich die normale Reihe der Blattformen haben oder doch später unter veränderten Umständen wieder an andern Sprossen annehmen. — An nicht zur Blüthenbildung gelangten Herbsttrieben, die wie bemerkt, meist kurzgliedrig sind, sah ich oberhalb der vollkommnen Laubblätter, die in der Knospenlage ihre Seitenränder nach oben einrollen, Fig. 16, wieder Phyllodien, in mannigfachen Uebergängen oder auch ohne solche, erscheinen.

§. 4.

Untersucht man nun die Zweige, welche aus den Winkeln der Blätter hervorgehen, so findet man, dass der kräftigste derselben oder der Hauptspross aus der Achsel

des vorhin mit b bezeichneten Niederblattes entspringt; er wächst so rasch aus, dass er — er ist in Fig. 1 mit III. bezeichnet — den eigentlichen Terminaltrieb seiner Mutterachse im Wachsthume überholt und, da letzterer sich schief aufwärts biegt, während der Hauptspross selbst wagerecht weiter wächst, leicht für die direkte Fortsetzung der Achse unterhalb b, besonders wenn dieses Blatt sich losgelöst hat, gehalten werden kann.

In der Achsel des folgenden Blattes, c in Fig. 1 an der mit II bezeichneten Achse, findet sich gleichfalls eine Knospe, Fig. 10 (ein spätrer Zustand ist in Fig. 15 abgebildet), welche auch, aber immer weit später, als die der vorhergehenden Blattachsel, zu einem horizontalen Zweige, den ich der Kürze halber den Reservespross nennen will, auswächst, der sich dann in allen Stücken dem untern gleich verhält, nur, wenigstens in den ersten Internodien, regelmässig schwächer bleibt, als dieser.

Sowohl der Haupt- als auch der Reservespross beginnt mit einem kurzen, den Stengel umgebenden schuppenförmigen oder ungeschlossenen Niederblatte, welches die Rückseite oder Mittellinie der Abstammungsachse zuwendet; es entspricht also dem Blatte, welches man als Vorblatt des Zweiges zu bezeichnen pflegt, hat aber, vielleicht, weil es ursprünglich keinem oder doch nur einem geringen Drucke ausgesetzt ist, keineswegs zwei deutliche Rückenkiele, welche man gewöhnlich bei einem solchen Vorblatte antrifft. Das Internodium unter diesem ersten Blatte streckt sich an dem Hauptspross oft auf mehrere Zoll, bei dem Reservespross wird es häufig nur einen halben Zoll lang, Fig. 1 H^a unter a. Das zweite Blatt beider Sprosse hat auch ein Internodium unter sich, das sich zu einer oft bedeutenden Länge streckt, wogegen das Internodium zwischen dem zweiten, oben mit b bezeichneten und dem dritten Blatte (c), wie bereits bemerkt, unentwickelt ist. Diese drei (oder wenn man lieber will, die beiden ersten, da das dritte eigentlich wohl zu dem aufstrebenden Stengel gehört) Internodien sind es, welche die horizontale Achse darstellen, und in der Achsel des zweiten und dritten Blattes treten dann wiederum Knospen (und zwar sehr frühzeitig, indem z. B. in dem Endtriebe der in Fig. 1 mit III bezeichneten Achse nicht nur der nächste, Fig. 4 und 5, sondern auch innerhalb dieses der zweitnächste Hauptspross, Fig. 9, im Knospenzustande vorhanden, ja selbst der drittnächste bereits in seiner ersten Anlage erkennbar war) auf, von denen die untere zum Haupt- die obere zum Reservespross wird, man vergl. Fig. 3—9, während das erste Blatt immer knospenlos ist. Die oberen Internodien werden dann zu dem fluthenden oder aufrecht sich erhebenden Laub- oder Blüthenstengel. Das vierte oft, jedoch nicht immer knospenlose und fünfte, wieder mit einer Knospe versehene, Blatt, d und e in Fig. 6 und 7, sind auch noch gerollte, längere Niederblätter, worauf dann (§. 2) normal die Phyllodien, die wie überhaupt alle Laubblätter regelmässig Knospen in ihren Achseln haben, folgen.

§. 5.

Es verzweigt sich demnach unsere Pflanze an ihrem Grunde ganz regelmässig dichotom oder bildet, mit Herrn Dr. C. Schimper zu reden, gleich in dieser Region ein

Dichasium, indem jeder der hier in Betracht kommenden Sprosse (Stengel oder jede Generation) erst drei horizontale Internodien und an ihnen nach einem knospenlosen Blatte zwei nahe an einander gerückte Blätter — ein kürzeres und ein längeres — bringt, aus deren Achseln je ein neuer Spross entsteht, und dies wiederholt sich fort und fort, so lange eben die Pflanze lebt.

Da der Hauptspross immer viel früher, als der Reservespross auswächst, so bilden die jüngsten Hauptsprossen, die „geförderten" Sprosse, anfangs eine solche Verkettung, welche man nach der Terminologie des Hrn. Dr. C. Schimper ein Sympodium oder eine Scheinachse, nach der des Herrn Bravais einen Pseudothallus nennt, und es mag ja auch wohl in seltenen Fällen, die ich indess noch nicht beobachtete, geschehen, dass sich für einzelne Generationen der Reservespross gar nicht entwickelt, so dass auch späterhin sie zu einem Sympodium verbunden sind; als normales Verhalten muss aber für unsere Pflanze das betrachtet werden, dass auch der Reservespross auswächst.

§. 6.

Es ist nun ein von den Begründern und Bearbeitern der neuern Pflanzen-Morphologie nachgewiesenes Gesetz, dass die beiden Zweige gleiches Grades in einem Dichasium unter einander antidrom sind und dass je einer, entweder der untere oder der obere, mit der Abstammungs- oder Mutterachse sich homodrom verhält. Ich verweise hierüber auf die umfassende und zugleich die Terminologie der verschiedenen Schriftsteller berücksichtigende Darstellung dieses Gegenstandes, welche Herr Professor Wydler in seiner Abhandlung: „über die symmetrische Verzweigungsweise dichotomer Inflorescenzen" in der Linnaea Band XVII. und noch ausführlicher in der Flora (Regensb. Bot. Zeit.) vom Jahre 1851 gegeben hat. Jenes Gesetz, hauptsächlich auf die dichotomen Blüthenstände begründet und für dieselben nachgewiesen, hat auch bei vielen Pflanzen in der Verzweigung ihrer unterirdischen Achsen, durch welche sie perenniren, Geltung, und es lag mir also nahe, darauf zu achten, ob dasselbe auch bei *Pot. natans* in jenen Achsen auftrete. Ich muss aber gestehen, dass mir bis jetzt keine Data entgegengetreten sind, auf die ich mich stützen könnte, um auch hier die Geltung des Gesetzes klar aufzuweisen. Es ist sehr wohl möglich, dass dies später mir oder einem Andern noch gelingen wird; aber es kann auch sein, dass die Sprosse durchaus homodrom sind, und dass dieses Verhalten der dichotomen Zweige als eine unvollkommnere Stufe dem gegenüber, wo sie antidrom sind, angesehen werden muss. Es bleibt dann immer noch die ungleiche Entwicklung beider Zweige als charakteristisch für solche Dichotomien. Bei den untern Dichasien ist diese Entwicklung centripetal (Förderung aus dem untern Blatte), bei der von den beiden Blüthenscheidenblättern ausgehenden centrifugal (Flora 1851 Nr. 6.).

Die Antidromie zweier Zweige lässt sich bei andern Pflanzen aus der Stellung des ersten oder auch der nächsten Blätter zu dem Mutterblatte derselben bestimmen, so z. B. bei den unterirdischen Knospen und den daraus hervorgehenden Sprossen von *Cypripedium Calceolus* und *Convallaria Polygonatum*, weil hier, wenn das erste Blatt mit

seiner Mittellinie an der einen Knospe (oder dem einen Spross) rechts steht, das der anderen links von dem Mutterblatte gestellt ist. Nach dem aber, was ich über die Stellung der ersten Blätter eines Sprosses bei *Pot. natans* bereits gesagt habe, lässt sich für diese Pflanze daraus ein Kriterium für die Entscheidung der Frage nicht entnehmen. Da das erste Blatt eines jeden Zweiges mit seiner Rückseite vor der Abstammungsachse oder, was dasselbe ist, die Mediane jenes Blattes von der des Mutterblattes des betreffenden Zweiges um 180 Grad absteht, die zunächst folgenden Blätter aber die $^1/_2$ Divergenz fortsetzen, so ergiebt sich von selbst, dass die beiden Zweige in dieser Beziehung mit einander übereinstimmen müssen.

Bei andern Pflanzen kommt es vor, dass die Blätter zweier eine Dichotomie bildenden Sprosse in ihren Scheidentheilen eine verschiedene Rollung zeigen, so dass, wenn z. B. das erste Blatt oder auch alle des untern Sprosses mit dem rechten Scheidenrande den linken decken, das des oberen die entgegengesetzte Deckung hat. Auch auf diesen Punkt habe ich bei *Pot. natans* geachtet. Die Deckung ihrer Ränder (oder die Rollung des Blattes) ist sowohl bei den Niederblättern als auch bei dem Nebenblatte der Phyllodien und der vollkommnen Laubblätter bei einiger Aufmerksamkeit unschwer zu beobachten, wenn auch bei der oft bis zur Durchsichtigkeit zarten Beschaffenheit der Ränder Nadel und Lupe für eine sichere Entscheidung zur Hülfe genommen werden müssen. Der eine Rand greift auch schon bei den ziemlich jungen Blättern immer, wenn auch nur um einen sehr kleinen Theil der kreisförmigen Insertion, über. Ich will diese Deckung hier wie auch in den folgenden Abschnitten folgendermassen bestimmen: der Beobachter denke sich in die Mediane des Blattes so hinein, dass er das Gesicht der Achse, aus der das Blatt entspringt und die es umfasst, zukehrt, und lege dann die Hände ebenso aufeinander, wie sich die Ränder der Niederblätter oder des Nebenblattes der Laubblätter aufeinanderlegen. Bei dieser Bestimmungsweise*) fand ich, dass die Blätter, gleichviel welchem Sprosse sie angehören mochten, bei *P. natans* mit dem rechten den linken Rand bedeckten, man vergl. Fig. 3, 5, 7, 10—12**); zwar kommt es auch vor, dass sich an manchen Blättern eine entgegengesetzte Deckung findet, namentlich sah ich mehrmals, dass das erste Blatt der in der Achsel des fünften Blattes einer Generation stehenden Knospe mit dem linken auf dem rechten Rande lag, Fig. 13, allein es ist dies an sich nichts konstantes, und die auf ein solches Blatt folgenden Blätter zeigen auch meistens wieder die gewöhnliche Deckung. Also auch in Bezug auf die Deckung der Scheidenränder oder Rollung der Blätter in ihren basilären Theilen

*) Ueber eine andere Bestimmungsweise vergl. man meinen Aufsatz über Smilacina bifolia etc. in den bei Schmidt in Halle erschienenen „Abhandl. der Naturforsch. Gesellschaft zu Halle," Band 3. Quartal 3, p. 120, an welcher Stelle leider der Text durch einen Druckfehler, indem statt Stellung — Deckung gelesen werden muss, etwas undeutlich geworden ist.

**) Der obigen gewöhnlichen Deckung entspricht die Rollung des Niederblattes oder der stipula nach rechts hin, wenn man nämlich mit deren Wendung so aufsteigt, dass man von dem äussern oder deckenden Rande ausgeht und durch die Mediane zu dem innern oder bedeckten fortschreitet.

stimmen die verschiedenen Sprosse überein, oder es lassen sich wenigstens für die Antidromie derselben keine hinreichenden Schlüsse darauf gründen.

§. 7.

Indem ich mich nicht begnügte, die Stellung der untersten Blätter eines Sprosses zu untersuchen, fand ich, dass das fünfte Blatt eines solchen Sprosses oder das oberste Niederblatt (§. 4.) im Knospenzustande des Sprosses keineswegs, wie man es bei strengster Alternation oder $^1/_2$ Div. der Blätter erwarten sollte, genau über dem dritten (und somit auch dem ersten Blatte) desselben Sprosses stand, sondern vielmehr etwas links von jenem dritten, wenn man den Spross sich gegenüber hält, (so dass also, wie Fig. 10, die Abstammungsachse des letzteren wegwärts von dem Betrachter liegt). Es lässt sich dies am leichtesten durch die Stellung, welche die Knospen des dritten und fünften Blattes zu einander einnehmen, erkennen, Fig. 11 u. 12. Es schien mir zwischen diesem Blatte und dem folgenden eine andere Divergenz als $^1/_2$ einzutreten (man vergleiche *Pot. lucens* §. 13); da ich aber bei unserer Pflanze diesen Punkt nicht hinlänglich bis zur genauen Ermittelung der eigentlichen Divergenz untersucht habe, so lasse ich ihn für jetzt dahingestellt sein; er würde, wie es sich von selbst versteht, zur Lösung der hier erörterten Frage kein neues Moment abgeben. — Eine Drehung der Achse, als etwaiger Grund der veränderten Blatt- und Knospenstellung liess sich durchaus nicht wahrnehmen, sondern es ist wohl, wie ich andeutete, hier eine Blattanordnung anzunehmen, welche die Wendung der Spirale, nach der die Blätter mindestens an dieser Stelle geordnet waren, besser, als bei der $^1/_2$ Divergenz möglich ist, erkennen liess. Es lag nun die Vermuthung nahe, dass die Spiralwindung des Haupt- und Reservesprosses bei den bezeichneten Blättern die entgegengesetzte sein möchte, dass also, wenn, wie in dem Fig. 12 dargestellten Falle, an dem Hauptsprosse die Knospe des fünften Blattes etwas nach links über der des dritten Blattes stand, es umgekehrt an dem Reservesprosse sein würde; allein die Fälle, wo ich beide Sprosse darauf untersuchte, zeigten dieselbe gegenseitige Stellung jener Knospen. Da der untersuchten Fälle wenige waren, so stelle ich nicht in Abrede, dass zuweilen auch die Stellung der Knospen und somit die Blattspirale ihres Muttersprosses die vorhin vermuthete sein mag; aber immer müsste sie doch bei ihrer Unbeständigkeit einen unsicheren Entscheidungsgrund für die Frage nach der Antidromie der beiden Sprosse bleiben.

Vorläufig muss ich es für zweckmässig halten, beide Sprosse als homodrom untereinander und somit alle Generationen als homodrom, mithin auch die Verkettung der Hauptsprosse untereinander — abgesehen von den Reservesprossen, durch deren Zutritt, wie bereits bemerkt, in Wirklichkeit die Gesammtverzweigung der unterirdischen Achsen eine rein dichotome, mit Förderung des unteren Sprosses wird, — als nach den Regeln der Schraubel (Bostryx nach C. Schimper) erfolgend zu bezeichnen.

§. 8.

Die Lage der Achsen im Boden ist folgende. Der Hauptspross, in der Regel die Richtung der liegenden Glieder seiner Abstammungsachse fortsetzend, liegt so im Boden

dass die Rückseite seines ersten Niederblattes nach oben zu, mithin das zweite nach unten zu gewendet ist; da nun aus der Achsel des letzteren wieder der folgende Hauptspross hervortritt, so findet dieser für sein Hervortreten und für das Einhalten der geraden Richtung keinen Widerstand. Anders dagegen ist es mit dem Reservespross. Dieser muss sich seitwärts zwischen seinem längeren Mutterblatte und zwischen dem aufstrebenden, zum Laubstengel werdenden Theile seiner Abstammungsachse, welcher Theil mit dem Hauptsprosse in einer vertikalen Ebene liegt, hervordrängen und erhält dadurch eine schiefe Richtung zu der Hauptachse, wächst aber auch in seinen beiden ersten Gliedern gleichfalls horizontal. Da nun diese horizontal fortwachsenden und theils die Richtung der relativen Abstammungsachse fortsetzenden, theils von ihr seitwärts abweichenden Sprossungen innerhalb einer Vegetationsperiode sich in grosser Anzahl wiederholen, so ergiebt sich daraus, dass ein einziges Exemplar unter günstigen Umständen eine ansehnliche Fläche einnimmt. Die Verzweigung ist selbstverständlich eine eben so reiche, als bei einer reich verzweigten dichotomen Inflorescenz: man hat bei unserer Pflanze nur statt der einzelnen Blüthenstiele einer solchen Inflorescenz die einzelnen, (sich meistens noch weiter verzweigenden) Laubstengel, und statt des einzelnen entwickelten Internodiums welches sich gewöhnlich unterhalb der beiden Vorblätter einer solchen Inflorescenz findet, hier bei den unter dem Schlamme befindlichen Achsen zwei oft zu beträchtlicher Länge sich streckende, sich bewurzelnde horizontale Internodien zu substituiren. — Die horizontalen, im Schlamme fortwachsenden Achsen erlangen regelmässig einen stärkeren Durchmesser, als die aus demselben sich erhebenden und mit vollkommenern Blättern versehenen. Das erste und zweite Internodium eines jeden Sprosses treibt dicht unterhalb der Insertion des Blattes einen Kreis dünner, sich oft etwas verzweigender, mit zarten Papillen besetzter Nebenwurzeln; an dem dritten stark verkürzten finden sich auch einige. Alle diese Nebenwurzeln brechen mit dem Auswachsen der Sprosse frühzeitig hervor; auch die unteren Internodien des über den Schlamm hervortretenden Laubstengels bewurzeln sich manchmal, so wie wohl überhaupt jedes Stengelglied die Fähigkeit besitzt, unter Umständen Nebenwurzeln zu bilden.

Die Sprosse dieser Art, auch die Reservesprosse, beharren regelmässig nur kurze Zeit im Knospenzustande. Im Herbste, (im Oktober), fand ich an den herausgegrabenen Exemplaren nur eine oder zwei — natürlich auf verschiedenen Stufen — im Knospenzustande befindlichen Generationen, welche mit dem nächsten Frühjahre weiter wachsen.

Auf andere Verzweigungen, durch welche *P. natans* auch oft neue, sich bewurzelnde Dichasien bildet, komme ich bei der Beschreibung von *P. lucens* zurück, um Wiederholungen zu vermeiden.

§. 9.

Wenn man die Blätter, gleichviel von welcher Form sie sind, von dem Stengel ablöst, so findet man unmittelbar über der Insertion derselben einen Kreis getrennter, aber mit den Rändern sich oft berührender und deckender Schüppchen, Fig. 7. u. 8. *s.* Sie sind

lanzettlich oder am Grunde etwas erweitert, ganzrandig oder hin und wieder etwas eingeschnitten und bestehen aus zartem Parenchym. Sie scheinen früh schon vorhanden und ebenso auch früh ihre völlige Ausbildung zu erreichen; denn in jüngeren Knospen sind sie im Vergleich zu den andern Theilen gross, indem sie oft dem nachfolgenden Blatte der Knospe an Länge gleichkommen, und nehmen dann kaum noch zu. So zart sie sind, so widerstehen sie doch der Auflösung ziemlich lange. Es mag wohl sein, dass diese keineswegs kleinen Theile auch von Andern schon beschrieben sind, doch habe ich mir hierüber keine Gewissheit verschaffen können. Ich will sie vorläufig, da mir ihre Bedeutung für unsere Pflanze weder in physiologischer noch in comparativ-morphologischer Beziehung deutlich ist, Scheiden-Schüppchen, *(squamulae intravaginales)* nennen.

II. Potamogeton lucens *L.*

§. 10.

Unter den bis jetzt von mir untersuchten Arten ist die genannte diejenige, bei welcher die ersten Internodien der auf einander folgenden Sprosse am tiefsten unter der vom Wasser bedeckten Bodenfläche liegen. Obenauf in dem noch flüssigen Teichschlamme und nur flach von ihm verdeckt ziehen sich die Ausläufer des grossen Hahnefusses *(Ranunculus Lingua)* und mit ihnen oft die Sprossketten des Tannenwedels hin, etwas tiefer kriechen die an ihren Enden oft krallenartig verzweigten kräftigen Ausläufer der Igelkolbe; um aber zu den wagerechten Achsen des spiegelnden Laichkrautes zu gelangen, musste ich gewöhnlich einen Fuss tief den Teichschlamm durchgraben, wo ich sie dann, häufig in Gesellschaft mit den gelblichen, mächtig vorwärts dringenden und zahlreiche Aeste nach oben sendenden horizontalen Stämmen des *Equisetum limosum*, über deren unterirdische Wirthschaft mein Freund Dr. Hofmeister in seinen vergleichenden Untersuchungen über die Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen Aufschluss gegeben hat, in dem kiesigen Grunde eingebettet fand. Es ist möglich, dass die Achsen der vorliegenden Potamogeton-Art oft noch tiefer vom Boden bedeckt sind, doch möchten in unsern stehenden Gewässern überhaupt andere krautartige Gewächse kaum eine tiefere Lage erreichen.

§. 11.

Gemäss nun dieser tieferen Lage, durch welche das Weiterdringen in jedem Falle erschwert wird, sind die horizontalen Achsen sehr kräftig und besitzen, wenn sie auch brüchig sind, eine gewisse Festigkeit. Sie erreichten in den von mir untersuchten Exemplaren einen grössten Querdurchmesser — sie sind meistens etwas von oben nach unten zusammengedrückt — von 4—6 Linien, mögen aber wohl oft noch stärker werden. Frisch und jung sind sie äusserlich weiss, aber diese Farbe trübt sich bald, und ins besondere treten, wie auch an andern Arten, oft an vielen Stellen kleine braune Flecke auf, die dann später häufig zusammenfliessen.

Die Verzweigungsweise ist der Anlage nach hier ganz dieselbe wie bei *Pot. natans*. Aus der Achsel des zweiten Blattes einer jeden Generation — es ist in Fig. 1. auf Taf. II. immer mit *b* bezeichnet worden — entspringt der Hauptspross, mit einem breiten schuppenförmigen, die Achse umschliessenden, aber mit getrennten Rändern versehenen Vorblatte *a* (ohne *Bicarinatio*) beginnend; ihm gleich gebildet ist das zweite Blatt, wie eben bemerkt, das Mutterblatt des jedesmaligen Hauptsprosses. Die Internodien unter diesen beiden Blättern erreichen nicht selten die Länge von je 2—3 Zollen, manchmal bleiben sie kürzer, Fig. 15; unter der Blattinsertion sind sie auf einem ganz schmalen Ringe etwas verdünnt oder eingeschnürt. Aus dieser eingeschnürten Stelle beider Internodien brechen die sehr zarten Nebenwurzeln hervor und zwar (im Vergleich zu *P. natans*) ziemlich spät, indem ich sie erst unterhalb des drittletzten ausgewachsenen Sprosses hervortreten sah. Unter dem Parenchym der jungen Sprosse sind sie indessen schon frühzeitig anzutreffen: sie nehmen ihren Ursprung von dem von einer breiten Rindenschicht, welche sie dann durchdringen, umgebenen Cambium, Fig. 21.

Das dritte Blatt, *c*. in Fig. 1 u. 2., umschliesst den Grund des sich aufwärts richtenden Stengels und ist schon ziemlich lang, dabei derb und pergamentartig; ihm gleichgebildet, jedoch an Grösse zunehmend, sind auch das 4. bis 6. Blatt, Fig. 3. 5. 6. d—f., diese Blätter haben, während das Internodium unterhalb des dritten ganz verkürzt bleibt, längere Internodien, und sie bekleiden den Stengel eben so weit, als er die Schlammdecke zu durchdringen hat, weshalb auch oft dicht unter ihren Insertionen ein Kranz von Nebenwurzeln sich entwickelt. Diese Niederblätter, namentlich die ersten, *a* u. *b* in Fig. 1., werden frühzeitig oft schwarz, und die untern zersetzen sich auch gewöhnlich bald.

§. 12.

In dem siebenten, Fig. 7. u. 8, *g*. manchmal schon in dem sechsten Blatte tritt die Sonderung zwischen *stipula st*, welche von ziemlich derber Beschaffenheit ist, und Blattstiel ein; das eigentliche Blatt erscheint hier noch als ein bloss pfriemlicher Theil oder als Phyllodium, aber in den nachfolgenden Blättern erweitern sich die Ränder desselben allmählich zur Lamina, die in den jüngeren Zuständen beiderseits eingerollt ist, Fig. 10 u. 11; sie ist oft, sowohl nach der Länge wie nach der Breite, sehr wenig ausgebildet. — Es ist bekannt, dass die Stengel auf eine oft sehr lange Strecke hin eine solche unvollkommne Laubblattbildung haben, bis endlich die vollkommne eintritt, und dass die Länge des Stengels und damit die Zahl seiner Blätter meist sehr beträchtlich ist, indem die Pflanze nicht selten klaftertief aus dem Grunde stehender Gewässer emporbringt.

In der Deckung der Ränder sowohl der Niederblätter als auch der Stipulae der vollkommnen Blätter konnte ich keine Beständigkeit finden; vorherrschend war es auch hier, dass der rechte den linken Rand bedeckte, aber ich fand auch zuweilen, dass die ersten Niederblätter eines Hauptsprosses die Links-, die obern dagegen die Rechtsdeckung hatten. Die *squamulae intravaginales* (§. 9.), sind durchweg und in Mehrzahl vorhan-

den; sie sind lineallanzettlich und etwas sichelförmig gebogen, Fig. 8. 12, 13. Eigenthümlich ist es auch, dass sich zwischen den Blättern junger, noch im Knospenzustande befindlicher Sprosse eine klebrige, gallertartartige, gelblich-bräunliche Masse findet; sie kleidet oft die Zwischenräume zwischen den eingerollten Blättern vollkommen aus und bleibt, wenn man diese auseinander biegt, in schmalen Schnüren oder Klümpchen, Fig. 9., hangen. Es ist wohl möglich, dass diese Masse mit zum Schutze gegen das Wasser dient.*)

§. 13.

Die untersten Blätter eines Sprosses alterniren, mit dem sechsten, (dem obersten Niederblatte), manchmal auch erst mit dem siebenten (dem untersten Laubblatte oder Phyllodium) werden, worüber ich bei dieser Art mehr Beobachtungen als bei *P. natans* (§. 7.) angestellt habe, die Divergenzen, auf dem kürzern Wege, kleiner als $^1/_2$. Hier steht Fig. 7, das Knöspchen in der Achsel des sechsten Blattes (bei *P. natans* des fünften) *f*, nicht ganz genau senkrecht über dem Hauptsprosse (bei *P. natans* über dem Reservesprosse) in der Achsel des zweiten *b*. — Auf Querschnitten, falls sie eine hinreichende Anzahl von Blättern getroffen hatten, durch die Enden der Sprosse, wenn ihre Blätter noch im Knospenzustande zusammengedrängt waren, Fig. 18., noch besser aber, wenn ich die Stipulae zwischen den jungen Blättern eines solchen unentfalteten Endtriebes vorsichtig wegnahm, dagegen die Stiele der Phyllodien oder der Laubblätter stehen liess, konnte ich oft ganz deutlich erkennen, dass das elfte Blatt der ganzen Reihe vor dem sechsten, das zwölfte vor dem siebenten stand. Wir haben hier also $^2/_5$ Divergenz. Wie weit sich diese in den obern Blätter fortsetzt, und ob die später vorhandene zweireihige Anordnung derselben nicht das Ursprüngliche ist, lasse ich vorläufig aus Mangel an mehrfach wiederholten Untersuchungen, auf sich beruhen; nach einigen untersuchten Fällen schien es mir allerdings, als ob auch in jenem Theile der Achse bei *P. lucens* (auch bei *P. nat.*) die $^2/_5$ Stellung die ursprüngliche sei.

Die Spirale an der oben bezeichneten Region des Stengels, vom sechsten oder siebenten Blatte (in welch' letzterem Falle dann selbstverständlich das Knöspchen des siebenten Blattes nicht genau über dem des dritten stand) an, stieg in den untersuchten Fällen von links auf, wenn man den kürzern Weg verfolgt; also auf dem längern nach rechts, und somit auch in derselben Richtung, den die Rollung der Niederblätter und der Nebenblätter in der Regel zeigt. Diese Richtung giebt hier wohl den Weg der Organisation an.

Es resultirt aus dem eben Angegebenen, dass die auf einander folgenden Hauptsprosse (die Reservesprosse habe ich nicht untersucht) auch in Bezug auf die Blattstellung homo-

---

*) Vaucher hist. physiol. des plantes d'Europe t. IV. macht auf die Eigenthümlichkeit trocken gewordener Potamogetonblätter in der Imbibition des Wassers aufmerksam. — Blätter von *P. natans* in heisses Wasser gelegt, färben dieses schnell braun.

drom sind, dass wenigstens, wenn in andern Fällen die aufeinander folgenden Sprosse entgegenlaufende Blattstellungen haben sollten, diese keine sichern Beweise für die Antidromie derselben abgeben könnten. — Ich glaube nach den oben §. 7. angegebenen Stellungsverhältnissen annehmen zu dürfen, dass auch *P. natans* dieselbe Anordnung der Blätter wie *P. lucens* hat.

§. 14.

Der Hauptspross wächst, so lange eben die Vegetation durch die Jahreszeit gestattet ist, rasch aus: der Reservespross in der Achsel des dritten Blattes, welcher auch hier nach oben zu liegt, wächst dagegen bei dieser Art ungleich später, als bei *P. natans,* aus; deshalb erscheint oft die Verkettung der verschiedenen Generationen als einfaches, nicht selten 1—2 Fuss langes Sympodium; die ältern Glieder desselben sterben allmählich ab, wie das gewöhnlich auch bei andern Pflanzen der Fall ist. Wenn der Reservespross, dessen Grössenverhältniss zu dem des Hauptsprosses anfangs gering ist, vergl. Fig. 1, 3, 4, 12, 13 u. 14, auswächst, so verhält er sich dann weiterhin in seiner Verzweigung ganz wie der Hauptspross, und es wiederholt sich das bei *P. natans* §. 8. Gesagte. Wächst der Reservespross nicht aus, so behält er doch lange seine Lebensfähigkeit.

Die zum Laubstengel werdende Spitze der Sprosse pflegt hier länger als bei *P. natans* im Knospenzustande zu verharren; insbesondere findet man im Herbste, wo die Vegetation allmählich zur Ruhe kommt, meistens 3—4 Generationen in verschiedenen Graden des Knospenzustandes (abgesehen von den jüngsten äusserlich noch nicht hervorgetretenen Zuständen), in welchem sie bis zum nächsten Frühjahre verharren. Die Hauptknospe am Grunde der letzten Generation, deren zum Laubstengel werdende Spitze hervorgetreten ist, streckt sich dann in manchen Fällen, das Mutterblatt abwärts biegend, gerade vorwärts nach aussen, so IV. in Fig. 1., oder sie ist, Fig. 16. u. 17., noch ganz von dem Mutterblatte umschlossen.

Die Achsel des vierten Blattes, Fig. 5 u. 7., fand ich in der Regel knospenlos, wogegen die der folgenden Blätter durchweg Knospen zu bringen pflegen, und schon die des sechsten und siebenten pflegen häufig zu Laubzweigen auszuwachsen.

§. 15.

Im vorhergehenden §. habe ich die normale Weise des Perennierens beschrieben; es kommt aber auch noch eine eigenthümliche Art, Anfänge zu neuen perennierenden Achsen aus den Blattachseln des Laubstengels zu bilden, bei unserer Pflanze vor. Indem ich nämlich im Herbste die an den Uferrändern der Teiche zusammengehäuften Laubstengel durchmusterte, fand ich nicht selten solche, aus deren Blattachseln, — besonders, wenn auch nicht blos hier, an den kurzgliedrigen Stengelspitzen, — zarte, sich bewurzelnde horizontale Zweige hervorgebrochen waren. Genauer untersucht, verhielten sie sich folgendermassen. Eine Knospe aus einer oder einigen Blattachseln des Laubstengels, (I. in Fig. 19.) war zu einem zar-

ten Zweige II. ausgewachsen; er beginnt, wie das gewönlich der Fall ist, mit zwei dünnhäutigen Niederblättern mit getrennten Rändern: das erste *a* ist mit der Rückseite der Abstammungsachse I., mit der Vorderseite dem Mutterblatte, dessen ringförmige Insertion mit *M* bezeichnet ist, zugekehrt und knospenlos; das zweite *b* alternirt mit dem ersten und hat ein ganz kurzes Internodium, die folgenden, *c.* u. *d.*, sind kleine, mehr oder minder vollkommene Laubblätter mit einer an den Stiel angewachsenen Stipula. Diese Zweiglein haben mindestens Anlagen zu Nebenwurzeln, namentlich an dem 2. u. 3. Blattknoten. Die Knospe des zweiten Niederblattes des Zweigleins II. wird zu einer horizontal sich streckenden Achse III; sie ist der Anfang zu einem Sympodium, das bei aller Zierlichkeit, die es meistens besitzt, doch ganz dieselben Verhältnisse zeigt, wie die kräftigen im Boden befindlichen; seine verschiedenen Sprosse — der abgebildete Fall zeigt deren drei, III. IV. V., in verschiedener Ausbildung, andere Fälle zeigen natürlich oft nur einen, oder auch noch mehrere ausgewachsene — beginnen mit einem sterilen Vorblatte, *a.* an III. u. IV. in Fig. 19 u. an V. in Fig. 20; das zweite *b* ist das Mutterblatt des Hauptsprosses, das dritte *c*, in Fig. 20. enthält das Knöspchen *k* zu dem Reservespross, der wohl meistens nicht auswächst. Das vierte ist auch noch ein zusammengerolltes Niederblatt *d;* das fünfte, *e*, war in dem abgebildeten Falle an dem Sprosse III. ein Phyllodium mit angewachsener Stipula, dann kam ein Laubblatt *f* mit ziemlich ausgebildeter Spreite. Die Beschaffenheit der oberen Blätter eines Sprosses ist indessen manchen kleinen Modificationen, die ich nicht näher beschreiben will, unterworfen, sowie auch die Sprosse hinsichtlich ihrer Länge und Stärke mannichfache Abänderungen zeigen; an ihnen sind auch die horizontalen Internodien grün gefärbt. Wenn solche Sympodien auf den Boden zu liegen kommen, so können ihre späteren Sprosse mehr und mehr erstarken und dann, in den Boden eindringend, ganz wie die oben beschriebenen sich gestalten.

Bei *Potamogeton natans* habe ich dieselbe Bildung perennierender Sympodien oder Dichasien an den Laubstengeln gefunden: hier fand ich sie regelmässig kräftiger, und der Unterschied zwischen ihnen und den normalen, im Boden sich bildenden, ist hier, der Natur der ganzen Pflanzen gemäss, weniger auffallend, als bei *P. lucens.*

III. Potamogeton crispus *L.* und Potamogeton obtusifolius *M.* et *K.*

§. 16.

*Potamogeton crispus**) liegt mit seinen horizontalen Achsentheilen nur ganz flach in dem schlammigen Boden und lässt sich daher sehr leicht aus diesem herausnehmen.

---

*) Diese Art wird von den Systematikern bald mit *P. lucens* (auch *natans*), bald mit *P. obtusifolius* in eine Abtheilung gebracht. Sie hat indess nicht bloss in ihren vegetativen, sondern auch in ihren Fructifications-Organen, indem z. B. die Früchtchen bei ihrer vollkommenen Ausbildung am Grunde mit einander verwachsen sind, manches Eigenthümliche, dass ich nicht anstehe, sie einer eigenen Section *(Batrachoseris i. e. ranarum lactuca)* zuzuweisen.

Ich holte aus flachen stehenden Gewässern Exemplare heraus, deren im Boden befindliche Theile, wenn ich sie wieder in ihrer ursprünglichen Lage ausbreitete, eine Fläche von mehr als 4 Quadratfuss einnahmen, und ich zweifle nicht, dass andere Exemplare sich noch mehr ausbreiten; freilich findet man auch solche, die nur schwach verzweigt sind.

Die Verzweigung der im Boden befindlichen Theile, welche wenigstens anfänglich weiss, und dabei ziemlich schlank und weich sind, ist auch eine ganz entschieden dichotome. Ein jeder Spross beginnt mit einem dünnhäutigen, ja durchsichtigen, von zarten Längsnerven durchzogenen, oben etwas abgerundeten Niederblatte, *a* in Fig. 22, 23, 24 u. 26 auf Tab. II. Bei seiner Zartheit löst es sich oft frühzeitig auf, lässt aber an der Achse, die es ursprünglich mit seinen getrennten Rändern umfasst, eine deutliche Narbe zurück. Dasselbe gilt auch von dem zweiten Niederblatte, *b* in Fig. 22. 23, 24 u. 27; es pflegt meistens oben etwas abgestutzt zu sein. Das dritte *c.* in Fig. 22, 23, 24 u. 28, hat bereits eine Lamina, diese ist aber noch auf eine Strecke mit der Stipula verschmolzen, so dass letztere in der Form einer lang vorgezogenen Ligula erscheint; dies gilt auch von den nächsten Laubblättern, wenn auch in abnehmendem Grade, bis endlich die obern eine freie Stipula haben.

§. 17.

Mit Ausnahme des ersten, auch hier sterilen Blattes fand ich in den Achseln aller andern Blätter Knospen: die des zweiten wird zum Hauptspross; die des dritten wächst hier regelmässig auch sehr bald nach dem Hauptspross aus und verhält sich ihm in allen Stücken gleich. Da die Blätter der Sprosse in der Knospenlage hier genau zweizeilig alterniren und das erste immer der Abstammungsachse zugekehrt ist, so können Haupt- und Reservespross hierin keinen Unterschied zeigen.

Die Knospen in den Achseln der andern Blätter pflegen, wenn es überhaupt geschieht, später sofort zu Laubzweigen auszuwachsen, im Wasser zu fluthen und endigen oft wie die Hauptachsen mit Inflorescenzen, wenigstens ist das an stärkern Exemplaren — schwächere blühen häufig gar nicht — der Fall. Es ist aber auch nicht selten, dass noch die Knospe in der Achsel des 4. Blattes und auch des nächsten, wenn gleich regelmässig viel später als die des dritten, sich zu bewurzelnden Dichotomien, ganz gleich den normalen, umgestalten. Die obern Glieder der Achsen sind etwas breitgedrückt, wogegen die beiden ersten horizontalen, meist lang gestreckten Internodien der Sprosse — das dritte ist auch hier unentwickelt — mehr stielrund sind; die zwei ersten Internodien treiben dicht unter der Insertion ihrer Blätter zarte, dabei aber mit einer sehr deutlichen Coleorrhiza versehene Nebenwurzeln. — Ueber der Insertion aller Blätter fand ich auch hier die *squamulae intravaginales;* sie sind, Fig. 24 über *b*, in Mehrzahl vorhanden und lanzettlich und besitzen ein zartes Gefüge, Fig. 37.

§. 18.

Ich holte spät im Herbste, noch im November, wo bereits in kalten Nächten das Wasser sich mit einer dünnen Eisschicht bedeckte, eine nicht geringe Anzahl von Exemplaren heraus und fand immer ausser den bereits zu längern oder kürzern Stengeln ausgewachsenen auch noch Sprosse im Knospenzustande. Diese Knospen waren entweder ganz im Schlamme versteckt oder sahen etwas über denselben hervor, und ich zweifle gar nicht, dass die Pflanze vorzugsweise durch diese Knospen, welche sehr kräftig schienen, perennirt und im nächsten Frühjahr weiterwächst; ihre Blätter, Fig. 23—25, waren ziemlich locker auf einander gelegt, und es schien, als ob sie überhaupt eben keiner längern Ruheperiode bedürften, ja sie mögen wohl in nicht gefrierenden, von warmen Quellen gebildeten Bächen auch im Winter weiterwachsen, ähnlich wie die in eben solchen Lokalitäten wachsenden Callitrichen, Wasserlinsen und Ehrenpreis-Arten.

§. 19.

Im Spätherbste treiben die Stengel, oft frei im Wasser liegend, aus ihren Blattwinkeln noch schwächliche, mit schmalen Blättern versehene Laubzweige; diese gehen dann mit ihren Mutterachsen wieder zu Grunde und müssen eben als letztes Aufflackern des Lebenslichtes gelten. — Andere Knospen aber, welche bis zum Herbste unentwickelt blieben, bringen es zu solideren, lebensfähigern Produetionen. Es treiben nämlich gar nicht selten die von den im Boden befindlichen Achsen losgelösten und frei schwimmenden oder auch mit diesen letztern noch in Verbindung stehenden, aber bereits im Absterben oder selbst im Verwesen begriffenen braunen Stengel aus ihren gleichfalls absterbenden Zweigen noch ein Mal frische Zweiglein (Achsen dritter oder auch höherer Ordnung); diese brechen aus der Achsel des zweiten oder auch eines folgenden Blattes ihrer Mutterachse hervor, sind zwar zart, aber schön grün und bewurzeln sich und treiben aus der Achsel ihres zweiten Niederblattes zarte, sich bewurzelnde, anfangs Sympodien, dann Dichotomien darstellende Achsen, die auf den Boden gelangend, perenniren und selbstständige Exemplare bilden. In diesem Falle ist also der erste Spross des perennirenden Sympodiums eine Achse vierter (oder höherer) Ordnung; in andern, wo aber die Achse zweiter Ordnung erst im Herbste auswächst und sich bewurzelt, ist er eine Achse dritter Ordnung, geht aber auch in der Regel aus der Achsel des zweiten Blattes hervor.

Auch abgelöste braune Zweigenden, oft kaum fingerslang und dabei zuweilen etwas starrer und fester als gewöhnlich, geben Veranlassung zur Bildung neuer Exemplare, indem eine oder einige ihrer Achselknospen zu aufstrebenden Zweigen austreiben, aus deren zweiter Blattachsel dann das Sympodium hervortritt. Einen solchen Fall stellt Fig. 29. dar: von dem frei schwimmenden braunen Zweige I, der ungefähr 2 Zoll lang war, ist bloss ein kleines Stück mit dem abgestorbenen Mutterblatte *m* des Zweigleins II mitgezeichnet; von letzterem, dessen beide untersten Blätter *a* und *b* Niederblätter, dessen drittes aber ein Laubblatt mit angewachsener Stipula war, ist die Spitze, welche noch einige im Knospenzustande befindliche Laubblätter mit freier Stipula hatte, weggeschnitten wor-

den. Aus der Achsel des zweiten Niederblattes *b*, das zurückgebogen ist und hier ein längeres Internodium als in andern Fällen unter sich hatte, ist der Anfang des Sympodiums, die beiden ersten Blätter *a* und *b* zeigend und sich mit der Spitze nach unten krümmend, hervorgegangen. Es kehren also hier ganz ähnliche Erscheinungen wieder, wie ich sie bei *P. lucens* und *natans* (§ 15) beschrieb.

§. 20.

An die im vorigen §. geschilderten Fälle schliesst sich nun eine andere erst in jüngster Zeit bekannt gewordene Art ungeschlechtlicher Vermehrung unmittelbar an, oder sie ist vielleicht nur ein durch die eigenthümliche Umgestaltung der concurrirenden Blatt- und Achsengebilde verlarvter Zustand jener Fälle.

Herr Dr. C. Schimper erwähnt in einer Zuschrift, welche er an die Versammlung der Aerzte und Naturforscher zu Tübingen im Herbste 1853 richtete und welche in der Flora oder Regensburger bot. Zeit. 1854 Nr. 5. abgedruckt worden ist, „glasig dicke Blätter; breit herzförmig, queroval, in Gruppen stehend, von *Potamogeton crispus*“, ohne sich indess weiter über ihr Verhältniss zur Oekonomie der ganzen Pflanze auszusprechen. Herr Dr. Clos, Director des bot. Gartens zu Toulouse, der schon viele morphologische Beobachtungen bekannt gemacht hat, hat in den Bulletins der bot. Gesellschaft Frankreichs vom J. 1856 eine Arbeit veröffentlicht unter dem Titel: „Mode de propagation particulier au *Pot. crispus*“; ich kenne sie nicht im Original, sondern nur aus dem Berichte, welchen Herr Professor Treviranus, bei der Veröffentlichung seiner denselben Gegenstand betreffenden, schon im Jahre 1818 gemachten und in seiner Physiologie der Gewächse erwähnten Beobachtungen, vor ganz kurzer Zeit in der bot. Zeit. von v. Mohl und v. Schlechtendal Nr. 41. des Jahrgangs 1857 gegeben hat. Beide Beobachter fanden, dass bei *P. crispus* Achsen auftraten, die wie ihre Blätter, eine eigenthümliche hornartige Beschaffenheit angenommen hatten, und Herr Dr. Clos beschreibt ihre Entstehung, die er Mitte Juni beobachtete, in folgender Weise: „Aus den obern Blattwinkeln, sowohl blüthengebender, als blos beblätterter Zweige, entspringen kurze, d. i. nicht über 4 bis 6 Centimeter lange Aestchen, deren Achse einer hornartigen Natur ist. Von ihren Blättern hat das unterste die gewöhnliche Beschaffenheit. Aber die folgenden bestehen jedes aus einem untern, hornartig erhärteten, am Rande gezähnten Theile, welcher eine Art von Scheide für die noch unentwickelte Knospe abgiebt, und einem obern, bandförmigen, häutigen: beide Theile sind von einander durch einen Ausschnitt gesondert, ähnlich wie bei *Dionaea muscipula*. Diese Aestchen, in deren jedem Blattwinkel sich eine Knospe befindet, lösen sich leicht von der noch weichen Achse des Hauptstengels ab und gehen auf den Grund der Gewässer, wo sie eine braune und hornartige Beschaffenheit annehmen, ohne sich weiter zu verändern. Erst im Januar entwickelt sich eine der Axillarknospen zu einem Ausläufer, der sich in ein Rhizom verwandelt, welches dann Zweige verschiedener Art hervorbringt.“

Dieser Beobachtung des Herrn Dr. Clos fügt Herr Professor Treviranus hinzu, dass er schon am 8. November des warmen Spätherbstes von 1818 am Rande eines halbausgetrockneten Gewässers viele Sprosse von *P. crisp.* bemerkt habe, die aus einem dicken, im Schlamme vergrabenen Körper entsprangen. Dieser bestand aus einer walzenförmigen Grundlage und ansitzenden 4—6 runden, lederartigen Schuppen mit gezahntem Rande und vorgezogener Spitze. Aus dem kurzen Mitteltheile unterhalb dieser Schuppen, zuweilen auch aus einer der Axillen derselben war ein junger Stengel mit Würzelchen und Blattanfängen, doch immer nur einer, hervorgegangen, aber die in den Axillen sämmtlicher Schuppen noch sichtbaren Knospen waren unentwickelt geblieben.

Ich selbst habe bis jetzt die Entstehung solcher Zweige und das Auswachsen ihrer Knospen noch nicht beobachtet und kann daher über dieselben nicht viel mittheilen. Ich fand sie im Herbste ziemlich selten in oder auf dem schlammigen Boden kleiner Lachen, in denen *Pot. crispus* häufig wuchs; in mancher Lache fand ich gar keine, obschon sie nicht leicht zu übersehen oder zu verfehlen sind, wenn man mit der Hand durch den Boden hinfährt. Die Mehrzahl erschien in der Form kurzer Zweige, wie sie Herr Clos beschreibt; aber ich fand auch, dass der ganze Spross von der Stelle an, wo die Haupt- und Reserveknospe von ihm ausgegangen waren, eine starre Beschaffenheit erlangt hatte. Ein solcher starrer, fast aufrecht stehender Stengel war allerdings, obschon er ungefähr 10 Internodien hatte, nur 2½ Zoll hoch, er nahm sich aber gar sonderbar aus, zumal da die vorhergehenden und nachfolgenden noch vorhandenen Generationen in allen ihren Blättern — nur die Stengel waren etwas härter als gewöhnlich — die gewöhnliche Zartheit und Weiche beibehalten hatten. Die untersten Blätter jenes erstarrten Stengels waren auch weich und starben ab, die andern aber waren verhornt bis auf das weiche Endtheil.

Auch an den verhornten isolirten Zweigen waren nicht selten mehrere der untern Blätter von gewöhnlicher Beschaffenheit oder zeigten den Uebergang zu den erhärteten. Fig. 30 giebt die Ansicht von einem isolirten Zweige, dessen unterster Theil sicherlich noch einige Blätter gehabt, aber sich schon zersetzt hatte. Die beiden untersten noch vorhandenen Blätter zeigten nichts wesentlich von der Beschaffenheit der gewöhnlichen Laubblätter Abweichendes. Das dritte war in seiner untern Hälfte schon etwas erweitert und war hier starr geworden, hatte aber noch eine ziemlich lange, zungenförmige, zarte und weiche Spitze; in den folgenden Blättern wurde die horizontal sich ausbreitende Grundfläche noch breiter, die weiche Spitze dagegen kleiner, Fig. 31. Die Terminalknospe eines solchen Zweiges zeigte noch mehrere kleine, unausgebildete Blätter und war von solcher Beschaffenheit, dass man schliessen konnte, sie werde nicht auswachsen. — Die verhornten Blätter haben oft nur eine ganz kurze, kaum eine halbe Linie messende, weichbleibende, zungenförmige Spitze; löst sich diese, was oft geschieht, ganz auf, so sieht der breite rundliche, am Rande gezähnelte Basaltheil wie eine Schuppe aus. Ob jene weiche Endfläche manchmal ganz fehlt, weiss ich nicht.

Durchschneidet man den erstarrten Basaltheil eines solchen Blattes in die Quere, so erscheint er im Vergleich mit der Dicke eines gewöhnlichen Blattes ziemlich massig,

Fig. 35, und dabei von vielen Luftkanälen durchzogen. Die äusserste Zellenlage wird von niedrigen, aber breiten Zellen, die einen trüben Inhalt haben, gebildet; die Hauptmasse aber zwischen den Luftkanälen besteht aus weiten vielseitigen Zellen, deren Wände wie das in ihnen enthaltene grosskörnige Amylum Fig. 36 *b* *) im Herbste bräunlich gelb sind; in den Luftkanälen findet man zerstreute Scheidewände, die, Fig. 36 *b*, von zarteren, mit sehr kleinkörnigem Amylum gefüllten Zellen dargestellt werden. Die starre Achse wird auch, Fig. 34, von Luftkanälen durchzogen, und ihr Parenchym hat eine ganz ähnliche Beschaffenheit wie das der Blätter. — (Die horizontalen ersten beiden Internodien einer Generation, so wie die weich gebliebenen fluthenden Stengel haben auch ein breites, aber zarterzelliges Rindenparenchym, das von Luftkanälen durchzogen ist, deren zarte, oft zerrissene Querwände von dem bei Wasserpflanzen so häufigen sternförmigen Gewebe gebildet sind; in der Umgebung der Gefässe, die das Centrum durchziehen, findet sich zartkörniges Amylum.)

Die Knospen in den Blattachseln der erstarrten Zweige zeigen nichts Besonderes; sie beginnen mit einem tief unten stehenden Niederblatte, dessen gespaltene Ränder nach vorn liegen; das zweite Blatt, *b* in Fig. 32, ist auch noch ein Niederblatt und alternirt mit dem ersten, so dass also seine Achsel nach aussen liegt. Am Grunde seiner Insertion zeigt sich oft schon früh eine Nebenwurzel *n*. Das dritte Blatt *c* in Fig. 33 ist ein ziemlich unvollkommenes Laubblatt *c*, dessen Stipula *st* noch mehrere Blätter einschliesst. — Die Achsel des ersten Blattes ist steril, die des zweiten enthält ein Knöspchen Fig. 33 über *b*. Ich glaube, dass gerade ein solches Knöspchen die Bildung eines neuen Sympodiums („Ausläufers") an solchen verhornten Zweigen einleitet, in dem wohl dann ganz ähnliche Verhältnisse wiederkehren, wie in dem Fig. 29 abgebildeten Falle. Ich werde diesen Gegenstand noch fernerhin im Auge behalten. **)

§. 21.

Bezüglich des *Pot. obtusifolius* sind meine Beobachtungen nur unvollständig, da diese Art bei uns bloss in einer einzigen, schwer zugänglichen Lokalität wächst. Die horizontalen Achsenglieder liegen nur flach im Boden und werden ungefähr einen Zoll lang, dabei sind sie sehr dünn. Sie bewurzeln sich an den beiden ersten Knoten; im Spätherbst fand ich auch solche, die an dem ersten wurzellos waren. Die beiden ersten Blätter einer Generation sind Niederblätter, dagegen fand ich in den wenigen untersuchten

*) Die scheibenförmigen Amylumkörnchen zeigen theilweise ausser deutlichern Rissen in der Mitte auch noch zarte, radiale Streifungen, vielleicht Anfänge der Auflösung.

**) Noch in der Zeit vor Vollendung und Absendung meines Manuscripts, gegen Weihnachten, wuchsen die Achselknospen (an einem Zweige eine oder zwei) an einigen in meinem Zimmer im Wasser gehaltenen starr gewordenen Zweigen aus und bestätigten mir die obige Vermuthung. Die Achselknospe nahm in den sich entwickelnden Theilen eine hellgrüne Farbe an, unterhalb des dünnhäutigen zweiten Niederblattes brachen zwei, gleich weit von der Mediane desselben entfernte Nebenwurzeln hervor; die obern Blätter waren, wie in Fig. 29, mehr laubartig. Das zweite Niederblatt, dessen Internodium sich streckte, war auch hier das Mutterblatt des auswachsenden Sprosses.

Fällen, dass bereits das dritte Blatt, in dessen Achsel auch hier (wie denn die ganze Verzweigungsweise die der andern Arten ist) der bald nach dem Hauptsprosse auswachsende Reservespross entspringt, ein Laubblatt war; das mag wohl abändern. Dass sich der fluthende Stengel reichlich verzweigt, ist eine bekannte Sache.

Die im Schlamme liegenden horizontalen Achsen, deren ich im Spätherbst nach einer äusserst schmutzigen Arbeit habhaft wurde, standen mit den ältern Stengeln nicht mehr in Zusammenhang und waren ganz brüchig und von solcher Beschaffenheit, dass ich glaube schliessen zu dürfen, dass sie für die Erhaltung der Pflanze während des Winters und für den nächsten Frühling keine Bedeutung haben. Der letzte ausgewachsene Spross, der aber nur bei sehr wenigen unterirdischen Achsen sich fand, zeigte an seinem Grunde, da, wo die horizontale Richtung in die schief aufsteigende überging, auch die Haupt- und Reserveknospe, beide waren aber so unscheinbar und sahen aus, als ob sie nicht fähig wären auszutreiben; ich muss dies aber dahingestellt sein lassen, da die Exemplare durch das einige Zeit andauernde gänzliche Zurückweichen des Wassers der direkten Einwirkung der Sonne und der Luft ausgesetzt gewesen waren. — Jener letzte Spross hatte aber eine eigene Form angenommen; statt nämlich zu einem langgliedrigen Stengel zu werden, hatte er kaum die Länge von ungefähr 2 Zoll erreicht, indem nur die untersten Blätter kurze Internodien zwischen sich hatten, dagegen die obern noch dicht übereinander standen und sich ganz fest aufeinander gelagert hatten, dass sie, bei der gleichen Breite und der gleichmässigen (natürlich sehr geringen) Stärke und der streng zweizeiligen Anordnung, zusammen einen länglichen, zusammengedrückten, vierkantigen, oben und unten sich verschmächtigenden Körper, Fig. 47 auf Tab. II, bildeten, dessen breite Seiten der Fläche, dessen schmalere den Kanten der Blätter entspricht. Durch die grossen dünnhäutigen, ungeschlossenen Stipulae (auch die *squamulae intravaginales* fehlen nicht) werden diese Blätter, deren Anzahl beträchtlich ist, fest zusammengehalten, und sie bilden eine Art unvollkommenster Zwiebelbildung, welche sich mit den Hybernaculis der Utricularien und des *Epilobium palustre* wohl vergleichen lässt. In den Achseln aller Blätter sind auch hier Knöspchen, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass im nächsten Frühjahr eines oder einige auswachsen, um neue sich bewurzelnde Exemplare zu bilden. Es spricht dafür, dass diese Körper zum Perenniren bestimmt sind, auch der Umstand, dass sowohl in dem Gewebe der zusammengedrängten Blattflächen, als auch in der dünnen Achse feinkörniges Amylum angehäuft ist.

Uebrigens waren auch sehr viele Zweigenden der vollkommen ausgewachsenen Stengel zu den eben beschriebenen zwiebelartigen Körpern geworden; diese bedeckten, losgetrennt von den brüchig gewordenen Stengeln, ganze Flächen des Teichgrundes, auf dem sie sich durch die dunkelbraune Färbung der ältern, äussern Blätter (die innern sind grün) schon in der Entfernung bemerklich machten.

IV. Potamogeton pectinatus *L.*

§. 22.

Diese Art hat bekanntermassen eine ungemein reiche Verzweigung und bildet in stehenden und fliessenden Gewässern meistens ein dichtes Geflecht von Stengeln und Blättern; in rasch fliessenden Bächen und Flüssen stellt sie oft langgezogene, bald schmale, bald breite, in steter Bewegung in den Fluthungen des dahin rauschenden Wassers sich schaukelnde grüne Bänder, ja förmliche Bänke dar, deren sämmtliche Theile stromabwärts gerichtet sind und von denen man glauben sollte, dass die Wassergewalt sie bald mit sich fortreissen müsste; in stehenden Gewässern breitet sie sich allseitig aus und wird oft zu einem schwer auseinander zu theilenden Gewirre, durch welches sich, wie ein Schiff durch das Sargassomeer, selbst kleine Fische nur mit Mühe hindurchwinden. Wir finden aber auch bei dieser Pflanze dieselben Grundformen in der Verzweigung wieder, denen wir bei den andern, bis jetzt betrachteten Laichkräutern begegneten.

Kaum einen Zoll, oft noch weniger, tief liegen die Grundachsen in dem kiesigen oder schlammigen Boden; an kräftigen Pflanzen erreichen sie die Dicke eines schwachen Gänsekieles, wogegen sie an kümmerlichen oder jüngern Exemplaren weit dünner sind. Anfangs sind sie weiss, werden aber meistens bald unscheinbar und nehmen eine bräunliche Färbung an. Die drei ersten Blätter — das Internodium unterhalb des dritten ist auch hier verkürzt — einer jeden Generation sind dünnhäutig und zersetzen sich daher bald, das vierte bis sechste fand ich meistens als spreitelose 1—1½ Zoll lange, ziemlich derbe, den Stengel umgebende Scheiden, auf welche dann die Laubblätter *) folgen; manchmal ist schon das fünfte oder sechste, bei andern Generationen erst das siebente oder achte ein Laubblatt. — Bemerkt sei noch, dass bisweilen auch an dem Stengel, der sonst nur entwickelte Internodien hat, ein unentwickeltes Internodium auftritt, so dass zwei Blätter (ähnlich wie es durchweg bei *P. densus* der Fall ist) nahe an einander rücken; dann pflegen aus den Achseln beider Sprosse hervorzugehen, die sich denen der zweiten und dritten Blattachsel gleich verhalten. Manchmal verkümmert auch die Knospe des obern Blattes oder wächst zu einem Laubzweige aus, Tab. III Fig. 11.

Die horizontalen Achsenglieder unter den zwei ersten Niederblättern einer Generation sind ½ bis 2 oder 3 Zoll lang; an dem häutigern ersten Blattknoten sah ich keine Wurzeln, wogegen der zweite einen Kranz von Nebenwurzeln besitzt. Der Hauptspross, in der Achsel des zweiten Niederblattes, wächst immer sehr rasch aus, so wie der Reservespross ihm sehr bald nachfolgt; letzterer fehlte nur in äusserst seltenen Fällen gänzlich. — So sprossen vom Frühling bis in den Sommer eine lange Reihe von Ge-

*) Etwas ältere sind von grössern und kleinern Luftkanälen der Länge nach durchzogen, Fig. 28, die von Querscheidewänden durchsetzt sind. Letztere werden von sehr zarthäutigen, an den Ecken durch kleine Intercellularräume getrennten Zellen gebildet.

nerationen, deren obere Theile zu längern oder kürzern Laubstengeln werden, welche entweder steril bleiben (besonders in rasch fliessenden Wassern), oder an ihrer Spitze einen Blüthenstand hervorbringen und sich aus den Achseln aller ihrer Blätter vielfach verästeln.

Die untern Glieder des Laubstengels pflegen auch noch dicht unter den Blattinsertionen mehr oder weniger Nebenwurzeln zu treiben; die obern sind seltner bewurzelt, haben aber doch die Fähigkeit, Wurzeln (welche oft unter dem Parenchym der Rinde zu erkennen sind) zu schlagen.

§. 23.

Die am Ausgange der Vegetationsperiode im Herbste schliesslich sich bildenden Generationen haben ein eigenthümliches Ansehen, dass man, wenn man sie, losgerissen von der Pflanze, im Wasser findet, kaum glauben mag, sie gehörten zu *P. pectinatus:* sie erscheinen nämlich als Knollen. Ich weiss nicht bestimmt, wer diese an unserer Pflanze zuerst beobachtet hat. Herr Professor J. G. Agardh hat in den Verhandlungen der K. Schwedischen Akademie der Wissenschaften vom J. 1852 einige Beobachtungen über dieselben bekannt gemacht*), wobei er bemerkt, dass Roth in seiner *enumeratio plantarum* die Wurzeln von *P. pectinatus* als knollig bezeichnet habe. Wallroth sagt von *P. pectinatus γ. scoparius* in seinen Schedul. criticis: caulibus praelongis inferne denudatis geniculato-nodosis; ob er damit die Knollen, wenigstens deren Anfänge bezeichnen wollte, muss ich bei der Kürze des Ausdrucks, der auch eine andere Deutung zulässt, auf sich beruhen lassen. Ich selbst habe in der Flora 1851 p. 85 in einer kurzen Notiz dieser Knollen Erwähnung gethan, ohne sie indess, wozu mir damals das Material fehlte, genauer zu beschreiben; die in der dort befindlichen Lithographie übelgerathenen Abbildungen konnten auch keine deutliche Vorstellung gewähren. Dass ich nach Herrn Agardh's sehr dankenswerthen Untersuchungen diesen Gegenstand hier nochmals behandle, wird man schon aus dem im Eingange zur vorliegenden Arbeit angegebenen Gründen und wegen der Vergleichung mit den andern hier besprochenen Arten nicht für überflüssig halten.

§. 24.

Auf diejenige Generation (sie ist Tab. III, Fig. 1, mit III bezeichnet), welche in einer Vegetationsperiode zuletzt zu einem Laubstengel auswuchs und deren zwei erste horizontale Internodien noch dieselbe Beschaffenheit haben, wie die vorhergehenden (mit I und II bezeichneten), folgt gewöhnlich, bevor sich eine in einzelnen Achsengliedern zur Knolle anschwellende Generation bildet, eine Generation, die zwar das Vermögen, eine neue Generation zu bilden, nicht einbüsst, aber doch theilweise eine Verkümmerung er-

*) Mir ist das Original nicht zugänglich, und ich kann mich daher nur auf die ausführlichen Referate beziehen, welche die Regensburger Flora vom J. 1854 p. 755, und die Berliner bot. Zeit. vom J. 1855 Nr. 31 nach der Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar IX. Årgånger 1852, Stockh. 1853, mitgetheilt haben.

leidet, und zwar gilt das nicht blos von dem Haupt-, sondern auch von dem Reservesprosse. Es bilden sich nämlich zwar die Internodien unterhalb des ersten und zweiten Niederblattes (*a* und *b* an dem mit IV bezeichneten Spross der Fig. 1) gehörig aus, allein die Terminalknospe, die sonst zum Laubstengel auswächst, bleibt oft so klein, dass sie von dem zweiten *b* und dem dritten Niederblatte *c* ganz oder fast ganz verdeckt wird. Sieht man genauer zu, so findet man auch hier das normale Verhalten unter dieser Verlarvung wieder; es erscheint diese auch nicht immer in demselben Grade der Verkümmerung, sondern in verschiedenen Abstufungen nach dem normalen Verhalten hin. Einige dieser Stufen habe ich in den Abbildungen wiedergegeben. Fig. 4 und 5 stellen den Fall dar, wo der kegelförmige Terminaltrieb, äusserlich von dem vierten Blatte *d* umgeben, ganz klein geblieben war, dass man ihn leicht für eine Achselknospe hätte halten können, was er aber bei genauerer Berücksichtigung der Blattstellung durchaus nicht sein konnte; die Knospe in der Achsel des dritten, in der Abbildung entfernten Blattes *c* war auch klein geblieben V ^{b}, während die in der Achsel des zweiten Niederblattes, das mit seiner Mediane bei *b* gestanden hatte, und dessen ringförmige Insertion noch sichtbar ist, bereits zu einem kräftigen Spross V ^{a} ausgewachsen war, von dem blos ein kleines Stück mitgezeichnet ist. Es kommen übrigens Fälle vor, wo der Terminaltrieb und die Knospe des dritten Blattes (die Reserveknospe) noch weit unvollkommner sind, und man findet beide im November oft schon in einem solchen Zustande anfangender Zersetzung, dass man bestimmt behaupten kann, sie werden gänzlich zu Grunde gehen. — In Fig. 2 ist die Terminalknospe, gleichfalls vom vierten Blatte *d* umschlossen, zwar etwas weiter ausgebildet, allein die Knospe in der Achsel des dritten Blattes *c*, die an dem Internodium unterhalb *d* weit hinaufgerückt ist, ist ganz klein geblieben, Fig. 3. Auch bei dieser Beschaffenheit gehen beide zu Grunde. — In Fig. 6 ist der Terminaltrieb *d* auch klein geblieben, aber die Knospe in der Achsel des dritten Blattes *c* war hier zu einem kräftigen Reservespross II ausgewachsen, der wie der Hauptspross I eine Knolle brachte; hier verkümmerte der Terminaltrieb *d* allein.

§. 25.

Die Knollen selbst haben nun folgenden Zusammenhang mit der vorhergehenden Generation und folgende Zusammensetzung. Die Generation, welcher sie angehören, beginnt, ganz normal, mit zwei gestreckten Internodien: das erste Niederblatt umgiebt als eine dünnhäutige, geschlossene Scheide, welche sich bald zersetzt und namentlich an ihrem Oberrande sehr unregelmässig einreisst, Fig. 1 V *a*, das zweite Internodium ziemlich locker. Beide Internodien bleiben dünn walzenförmig. Die Internodien aber unterhalb des dritten und vierten Blattes — sie sind an den betreffenden Generationen in Fig. 1 und dann in Fig. 12—20 mit *c* u. *d* bezeichnet — schwellen beträchtlich an und bilden zusammen die Knolle. Das zweite Niederblatt *b*, eine geschlossene dünnhäutige, in der Mediane mehr oder weniger verlängerte oder auch zugespitzte Scheide, umgiebt anfangs mindestens die Basis des dritten Internodiums, wird aber gewöhnlich schon früh durch

die massige Entwicklung desselben auseinander gesprengt; das dritte Blatt ist ein eben solches Scheidenblatt, und an seiner Insertion, welche, Fig. 15, gewöhnlich etwas schief herumläuft, ist die Knolle meistens ein wenig eingeschnürt. Es überzieht mit seiner Basis, welche daher zu dem Mantel einer Halbkugel erweitert ist, das vierte Internodium, mit seinem obern, eine enge walzliche Röhre darstellenden Theile umschliesst es den Endtrieb der Achse, zu welcher es gehört. — Wir wollen zunächst den Endtrieb, der zu der knollig gewordenen Achse gehört, und dann die Achselprodukte der Knolle betrachten.

§. 26.

Der Endtrieb. Er wird im Herbste (November) fest umschlossen von dem eine geschlossene Röhre bildenden vierten Niederblatte (*d* in Fig. 1 an verschiedenen knollentragenden Generationen, z. B. V—VII, u. Fig. 14.), das nur oben einen engen, schiefen Spalt mit einem schmal über den andern hingreifenden Rande hat. Das nächste oder fünfte Blatt, *e* in Fig. 16., hat ein dünnwalzliches Internodium unter sich und ist, wie auch das vierte, meist ohne Knospe; doch fand ich in der Achsel jenes Blattes bisweilen auch ein Knöspchen, und die allererste, leicht zu übersehende Anlage (bevor die eigentliche Blattbildung eintritt) dürfte wohl immer, vielleicht sogar in der Achsel des vierten Blattes, vorhanden sein, wenn sie auch meist schon in den ersten Stadien verkümmert. Das sechste Blatt ist auch noch ein Scheidenblatt, das aber sehr tief gespalten ist; das siebente pflegt auf schwächeren Knollen schon ein Laubblatt, *g* in Fig. 18, an stärkern aber noch ein Scheidenblatt zu sein, in welchem letzteren Falle dann erst das achte ein Laubblatt ist, an dem der eine der tief hinab getrennten Scheidenränder über den andern greift. In der Achsel des sechsten Blattes findet sich regelmässig eine schon ganz deutliche Knospe, bei *f* in Fig. 18, und auch in den folgenden Blattachseln ist eine solche vorhanden, wenn gleich sie, dem Zustande der Mutterblätter angemessen, noch klein ist. — Alle Blätter vom achten an sind, so weit sie sich eben erkennen lassen, Laubblätter, welche in der Knospenlage dicht an einander gedrängt sind, Fig. 26, und die Achse bildet fernerhin nur solche aus, bis sie im glücklichsten Falle im folgenden Jahre einen Blüthenstand erzeugt. — Während die drei untersten Niederblätter einer Generation, wie erwähnt (§ 25), bald zu dünnen, bräunlichen Häuten werden — sie sind von sehr einfach gebildeten Gefässbündeln durchzogen — und oft auch bald gänzlich zerstört werden, sind die nachfolgenden, vorhin beschriebenen Niederblätter von derberer Beschaffenheit, indem sie in der Dicke von ungefähr fünf mit zartkörnigem Stärkemehl erfüllten Zellenlagen gebildet werden, und umgeben so schützend den Endtrieb. Alle diese Nieder-, wie auch die folgenden Laubblätter sind begleitet von den intravaginalen Schüppchen, z. B. in Fig. 18, 13, 10; es sind deren an jeder Blattinsertion regelmässig nur zwei vorhanden, welche weit von einander getrennt sind, aber wie es scheint immer näher nach der Mediane des Blattes, an dessen innerer Basis sie auftreten, stehen. Ihrer Gestalt nach sind sie meist aus breitem Grunde eiförmig, nach oben bald mehr zugespitzt, bald etwas abgerundet, es

kommen auch lanzettliche vor. Von den sie bildenden zarten Zellen treten die randständigen, besonders am obern Rande, oft etwas halbkreisförmig nach aussen hervor, Fig. 27.

§. 27.

Achselprodukte der Knolle. a) Oberhalb der Mediane des zweiten Niederblattes, *b* in den angeführten Figuren, wächst die hier befindliche Knospe in der Regel sofort wieder zu einem neuen Spross aus, da er ganz dem bei den andern Arten als Hauptspross bezeichneten entspricht. Derselbe ist weit hinauf oder, da die Achsen liegen, weit nach vorn zu an dem Internodium des dritten Blattes hingerückt, so dass er nahe unterhalb der Insertion des letzteren, natürlich auf der der Mediane entgegengesetzten Seite desselben, abgeht; Fig. 15. II, 19. u. 20.*) Der neue Spross verhält sich dann wesentlich wie der vorhergehende: auf die zwei ersten dünnwalzlichen Internodien folgen wieder zwei knollig angeschwollene. Ich muss aber bemerken, dass jene beiden ersten Internodien oft ziemlich kurz bleiben, wodurch die beiden Generationen ganz nahe an einander anrücken, und dass auch das Internodium unterhalb des zweiten Blattes bisweilen etwas knollig anschwillt, Fig. 20. zwischen *a* u. *b*; sind sie kurz, so pflegen sie eine gewisse Sprödigkeit der Textur zu besitzen, so dass sie leicht brechen.

b) In der Achsel des dritten Niederblattes, also desjenigen, das in der Mitte der Knolle an der etwas eingeschnürten Stelle entspringt, fand ich an den untersuchten stärkeren Knollen gar keine Knospe, so dass also hier die der Reserveknospe anderer Arten entsprechende fehlt und mithin durch diese Generationen statt der frühern Dichasien ein schraubelförmiges Sympodium gebildet wird; da indessen bei schwächeren Knollen (§. 29) an der bezeichneten Stelle eine Knospe auftritt, so kann es wohl auch bisweilen bei den stärkeren der Fall sein.

§. 28.

Solcher mit Knollen versehenen Generationen fand ich nach der letzten zu einem Laubstengel ausgewachsenen zwei bis vier; es kann aber wohl sein, dass deren noch mehr auftreten, aber es ist bei uns, wo diese Art in nächster Nähe nur in einem raschfliessenden kleinen Flusse sich findet, nicht so leicht, die ganze Reihe der Knollen unverletzt aus dem kiesigen Boden des Flussbettes ~~unversehrt~~ herauszuholen; denn wenn man auch vorsichtig von den ältern Gliedern der Grundachse an die Pflanze aus dem Boden loslöst, so brechen doch die knollentragenden Generationen leicht ab und bleiben im Boden zurück, oder, wenn man sie wirklich zugleich blosslegt, so reisst sie oft das Wasser mit hinweg, und man hat das Nachsehen, wenn sie auf demselben lustig fortschwimmen. Die Grösse der Knollen ändert, wie Fig. 1. zeigt, sehr ab. Gewöhnlich stellen sie eiförmige oder elliptische Körper dar, die zuweilen auch, Fig. 14., in die Walzenform übergehen.

---

*) Fälle ähnlicher Art sind auch sonst nicht selten, z. B. recht auffallend bei *Nardus stricta*; man vergl. meinen Aufsatz über die Verzweigung einiger Monokotylen in der Berl. bot. Zeit. 1855, 3. St. — Aehnliches zeigt sich an den Blüthenstielen von *Cuphea* und *Streptopus amplexifolius*.

Die letzte knollentragende Generation, welche sich in einer Vegetationsperiode gebildet, trägt in der Achsel ihres zweiten Blattes eine Knospe; sie erscheint in den verschiedenen Exemplaren in verschiedenen Graden der Ausbildung, und verhält sich wie die Knospe in der Achsel des dritten Blattes, deren ich im folgenden §. gedenke; weshalb ich jene nicht weiter beschreiben will. Sie wächst erst im folgenden Frühjahr aus.

§. 29.

Nicht bloss auf jene unteren Regionen, wenn schon hier das Auftreten derselben gesetzmässig ist und in dem ungestörten Lebensverlaufe der Pflanze hier nie fehlt, ist die Bildung der Knollen beschränkt, vielmehr ist ein jeder Zweig geschickt, unter Umständen im Herbste zu einer solchen zu werden oder doch in näherer oder fernerer Abstammung sie hervorzubringen. Sind diese Knollen auch in der Regel von geringerem Umfange, oft nicht erbsengross, so stimmen sie doch wesentlich mit den vorhin beschriebenen überein, nur ist, wie ich bereits erwähnte, fast immer auch in der Achsel ihres dritten Blattes eine Knospe (Reserveknospe) vorhanden, welche aber immer lange Zeit im Ruhestande, bis zum nächsten Frühjahr, verharrt oder überhaupt sich gar nicht weiterbildet. Immer fand ich sie weit von der Insertion ihres Mutterblattes hinweg gerückt, Fig. 16—18., *k*, *c* ist die Insertion des Mutterblattes, und Fig. 20. *k*; bald ist sie ganz klein, ja manchmal verharrt sie in den ersten Anfängen der Knospenbildung, indem das erste Blatt einen offenen, in die Knolle etwas eingesenkten Ring darstellt; häufiger aber findet man sie aus mehrern Blättern gebildet, und man erkennt dann in der Achsel ihres zweiten, oft auch des dritten Blattes die jungen Knöspchen, so dass sie sich hierin ganz wie der Trieb in der Achsel des dritten Blattes der im Sommer hervortretenden basilären Sprosse verhält.

Seltner ist es, dass an diesen aus den obern Blattwinkeln hervorgehenden Zweigen nur eine Generation sich knollig verdickt, Fig. 7. oberhalb *c*—*e*, meistens sind deren zwei; in jenem Falle erscheint dann die zweite, in diesem die dritte Generation am Schlusse der Vegetationsperiode als mehr oder minder ausgebildete Knospe, Fig. 13 u. 20.

Wenn eine Knospe aus einer obern Blattachsel direkt zu einem knollentragenden Triebe wird, so gehen auch hier der Knolle, — Fig. 1., Spross II^a, links neben I, über der Blattinsertion *e*, — zwei nicht verdickte Internodien voraus, welche entweder beide lang und fadenförmig sind oder von denen das erste kurz bleibt. Häufiger aber ist es, dass ein Zweig, der als Achse zweiter Ordnung aus dem Hauptstengel entspringt, nicht selbst eine Knolle in seinem Verlaufe hervorbringt, sondern dass erst eine von ihm abstammende Achse (im Verhältniss zum Hauptstengel eine Achse dritter oder vierter Ordnung) eine Knolle hervorbringt. Normal beginnt nämlich ein jeder Zweig mit zwei dünnhäutigen (gespaltenen) Niederblättern, von welchen das erste, Fig. 30. *a*, mit der Rückseite der Abstammungsachse sich zuwendet und dicht am Grunde seines Zweiges steht, das zweite aber seine Rückseite dem Mutterblatte des Zweiges zukehrt und ein, wenn auch kurzes Internodium unter sich hat (nur selten treten ein oder drei Niederblätter auf). Auf beide folgt dann,

durch ein längeres Internodium getrennt, das erste Laubblatt; jene entsprechen bei *P. pectinatus* wie bei den andern Arten ganz den beiden Niederblättern der im Boden sich bildenden Generationen, und demnach ist auch von ihnen das erste steril, das zweite aber trägt eine Knospe: diese Knospe kann nun zu einem knollentragenden Zweige, Fig. 7. bei *c*, *d* u. *e*, werden, oder sie wird erst zu einem schlanken, knollenlosen Zweige, und erst die Knospe, die sich aus der zweiten Achsel des letztern bildet, wird zu einem knollentragenden Zweige, Fig. 7 bei *a* u. Fig. 8—10. In letzterem Falle war es also eine Achse vierter Ordnung (die Abstammungsachse als Achse erster Ordnung angesehen, welche freilich in Bezug auf die ganze Generation, der sie angehört, schon eine Achse höherer Ordnung sein kann), die zur Knolle sich gestaltete, es ist möglich, ja wohl gewiss, dass selbst erst eine Achse noch höherer Ordnung dazu wird. — Die von einander abstammenden Zweige, die man nicht als aus unterständigen Beiknospen hervorgegangen betrachten darf, stehen fächerförmig hinter einander und liegen ziemlich genau in einer vertikalen Ebene, der jüngere liegt natürlich immer nach aussen. Sie sind durch ein sehr kurzes Sympodium, das schraubelartig gebildet ist, verbunden. Solche Verkettungen treten übrigens auch ein, ohne dass sie Knollen hervorbringen, Fig. 29., und es leuchtet von selbst ein, dass sie nur nach dem oft höheren Grade der Zusammensetzung von den ähnlichen Bildungen, deren ich bei *P. lucens, natans* und *crispus* gedacht habe, verschieden sind.

An diesen, den obern Achsentheilen angehörigen, überhaupt oft klein bleibenden Knollen sind die betreffenden Internodien oft nur ganz schwach verdickt, und sie bleiben es auch nicht selten am Schlusse der Vegetationsperiode; sie zeigen den deutlichsten Uebergang von den unveränderten Achsen zu den eigentlichen Knollen. Die schwächeren Knollen haben auch oft noch eine ganz grünliche Oberhaut, während die der vollkommen ausgebildeten stärkern Knollen weiss ist. Manche Zweige, welche nach ihrem ganzen Verhalten und Ansehen Anfänge zu Knollen sind, überrascht auch die den Schluss der Vegetation herbeiführende Kälte, dass sie sich nicht völlig umgestalten können, Fig. 11—13.

Diejenigen Stengeltheile, gleichviel ob erster oder zweiter Ordnung, aus denen knollentragende Aeste hervorgehen, erlangen häufig, — gleichsam als participirten sie an den ~~Erscheinungen~~ Veränderungen ihrer Abkömmlinge und analog der Erscheinung, dass Theile in der Nähe der Frucht die Veränderungen der letztern in höherem oder geringerem Grade mit erleiden, eine derbere Beschaffenheit, und ihr Gefüge zeigt selbst im Spätherbst, wo andere Achsen anfangen sich zu zersetzen und mürbe zu werden, eine gewisse Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die hereinbrechende Zerstörung. Namentlich sind sie in der Nähe der Blattknoten etwas dicker, und solche Stengel waren es vielleicht, die mein verstorbener Freund Wallroth, welcher in früherer Zeit sich sehr für die Potamogeton-Arten interessirte und für die hallische und thüringische Flora mehrere Arten zuerst auffand, als *geniculato-nodosi* bezeichnet hat. Derartige Achsen sind auch sehr geneigt zum Wurzelschlagen.

§. 30.

Ich habe in der Flora l. l. erwähnt, dass sich *P. pectinatus* bezüglich der Aeste, die aus den Winkeln der beiden nahe an einander gerückten Blätter unmittelbar unter der terminalen Inflorescenz (*folia floralia* Koch syn.) wie *P. obtusifolius* und andern Arten, bei denen der obere Zweig der geförderte ist, verhalte; nach einigen Beobachtungen, die ich neuerdings wieder anstellte, ist das falsch, indem bei *P. pect.* vielmehr der untere Zweig der kräftigere und oft allein auswachsende ist. Ich muss also Herrn Gay beistimmen, wenn er sagt, dass sich *P. pectinatus* wie *P. trichoides* Cham. et Schlechtend. in seinen Dichotomien verhalte, von welchem letzten derselbe angiebt, dass der untere Ast der geförderte (favorisé dans son développement) sei.*) In einer andern Beziehung kann ich aber dem gründlichen Pflanzenkenner, dessen Arbeit über *P. trichoides* ich leider nur aus einigen kurzen Citaten in Grenier's und Godron's Flore de France III, 318 kenne, nicht beipflichten. Er sagt nämlich: *P. trichoides* stimme mit *P. pectinatus* (und *filiformis* = *marinus:* sollte diese Art vielleicht auch Knollen bilden? —) auch noch durch die büscheligen *(fasciculés)* Aeste in den Achseln der alternirenden Blätter überein, und giebt dann folgende weitere Beschreibung derselben bei *P. trichoides:* „nur eine Knospe (bourgeon) findet sich in den Blattachseln; eine rudimentäre unbegrenzte Achse, kaum 1 Millimeter lang, bildet deren Grundlage. Auf diesem Achsenrudimente sind vier, sechs oder acht rudimentäre Blätter eingefügt, die einander umfassen, in zwei entgegengesetzten Reihen stehen und in entgegengesetzter Richtung geöffnet sind: das erste, dritte, fünfte, siebente nämlich nach der Seite des Mutterblattes, die andern nach der Seite der Primärachse. Die rudimentären Blätter dieser letzten Reihe sind alle steril, die der ersteren haben alle in ihrer Achsel einen Ast, der sich verlängern, mit grünen Blättern bekleiden und auch verzweigen kann. Die zwei, drei oder vier Aeste der Knospe sind also über einander gestellt in derselben Reihe und auf derselben Seite der rudimentären Achse, auf der Seite, welche der Primärachse zugekehrt ist, und es ist zu bemerken, dass sie um so mehr entwickelt sind, als sie zu den unteren und von dem Mutterblatte entfernteren rudimentären Blättern gehören. Der untere Ast ist oft ebenso stark wie die Primärachse, während der obere oft nur an den ihn begleitenden Anfängen grüner Blätter erkennbar ist." — Ich habe an *P. pectinatus,* der wie gesagt, mit *P. trichoides* in diesen Punkten übereinstimmen soll, keine in der angegebenen Weise verkürzten unbegrenzten Nebenachsen gefunden, noch eine derartige Verzweigung, wo gleich aus der Achsel des ersten rudimentären (oder Nieder-) Blattes ein Zweig hervorgegangen wäre. Sollten von Herrn Gay dieselben Verkettungen, die ich im vorigen §. beschrieb und wie sie Fig. 29. darstellt, gemeint sein, so wären wir allerdings in der Auffassung derselben sehr verschiedener

*) Ob diese Verhältnisse bei einer und derselben Art ganz konstant seien, bleibt noch zu untersuchen; bei *P. densus,* den ich bis jetzt freilich nur an wenigen trockenen Exemplaren untersucht habe und auf den ich später einmal zurückzukommen gedenke, fand ich manchmal den obern, manchmal den untern Ast kräftiger ausgebildet.

Meinung. Ich will indessen, da mich vielleicht die ausser dem Zusammenhange mitgetheilten Stellen, wie sie die Fl. de Fr. aus den Bull. de la soc. bot. mittheilt, zu Missverständnissen führen könnten, nicht weiter darauf eingehen; ich komme aber später einmal auf diese Punkte zurück, wenn es mir vergönnt sein wird, *P. trichoides*, welcher auch in dem Gebiete unseres Vereins wächst, in lebenden Exemplaren und in verschiedenen Zuständen zu untersuchen. Was meine Auffassung der Verzweigung des *P. pectinatus* betrifft, so kann ich mich auch auf eine Beobachtung berufen, welche Herr Geh. Hofrath Döll in der Flora des Grossherzogthums Baden I, p. 458 mitgetheilt hat.

§. 31.

Ich kehre nach dieser Abschweifung zu den Knollen unserer Pflanze zurück. Sie sind es, durch welche die Pflanze perennirt. Die dünnen Achsentheile, an denen sich die Laubblätter gebildet hatten, sterben regelmässig ab und zersetzen sich während des Ausganges des Herbstes und während des Winters gänzlich; eine Ausnahme davon machen vielleicht die Achsenglieder, welche, wie ich zu Ende des §. 29. bemerkt, etwas derber werden; sie mögen sich, eben aus diesem Grunde und weil sie oft Wurzeln schlagen, etwas länger erhalten, haben aber sicherlich keine wesentliche Bedeutung für die Erhaltung der Pflanze, da sich das Leben derselben in den Knollen concentrirt, und diese die Fähigkeit haben, sich an den Achsen, welche aus ihnen hervorgehen, wieder zu bewurzeln. Im Schlamme verborgen oder auf demselben zwischen den absterbenden Blatt- und Stengelresten liegend, überwintern die Knollen, theils losgerissen von einander, theils durch die kurzen dünngebliebenen Internodien zusammengehalten. Im Frühjahr, je nach den Umständen zeitiger oder später (noch Anfangs April fand ich Knollen, deren Triebe sich noch ebenso wie im Herbstzustande verhielten), treiben dann sowohl die Triebe der im Herbst zuletzt angelegten, als auch der vorhergehenden, von den Knollen getragenen Generationen zu Laubstengeln aus, und es wiederholen sich nun dieselben Erscheinungen in den neugebildeten Generationen, wie sie oben für den Sommerzustand angegeben wurden. Hielt ich die Knollen im warmen Zimmer in Wasserbecken oder Wassergläsern, so trieben sie schon im Januar und Februar, ja selbst bereits im December, aus. Aus dem Gipfel der Knolle (unterhalb der Insertion des vierten Niederblattes) brechen dann einige wenige Nebenwurzeln hervor, wenigstens oft; die Internodien oberhalb dieses Blattes strecken sich mehr und mehr, und die unteren treiben an den Knoten der Blätter auch Nebenwurzeln. Die Knospe in der Achsel des fünften Blattes bleibt in der Regel sitzen, dagegen sah ich die der beiden folgenden Blätter regelmässig sehr bald zu Zweigen werden, welche manchmal die Abstammungsachse überwachsen: der in der Achsel des sechsten Blattes hat an seiner Basis nicht selten drei Niederblätter, und aus der Achsel des zweiten Niederblattes wächst häufig sehr bald ein Zweig hervor. — Auch den Fall beobachtete ich hin und wieder, dass die Knospe in der Achsel des sechsten Blattes (dessen Insertion mit *f* in Fig. 18 bezeichnet ist) im Frühjahr der Anfang eines horizontal fortwachsenden oder

auch zunächst zu dem Boden sich hinab streckenden Sympodiums wurde; dann war bisweilen das Internodium unterhalb des siebenten Blattes ganz kurz geblieben, und letzteres trieb aus seiner Achsel einen aufwärtsstrebenden Laubzweig, so dass sich hier der in Fig. 11 abgebildete Fall wiederholte. Es mögen auch wohl noch andere Verhältnisse vorkommen. — Die Knospe in der Achsel des dritten Blattes (Reserveknospe), wenn sie überhaupt vorhanden war, wuchs in den beobachteten, allerdings wenigen Fällen nicht aus.

§. 32.

Die morphologische Bedeutung der Knollen ergiebt sich aus dem Vorhergehenden von selbst: sie sind einfach Umgestaltungen zweier Internodien und zwar des dritten und vierten einer Generation, von denen bei andern Arten und an denjenigen Generationen von *P. pectinatus* selbst, welche eben noch keine Knollen bilden, das eine, nämlich das dritte ganz kurz bleibt, das andere (vierte) dagegen sich regelmässig streckt und bereits zu dem aufstrebenden Stengel gehört; bisweilen wird schon, wie bemerkt, das zweite Internodium einer Generation, zwischen dem ersten und zweiten Niederblatte, auch etwas knollig. Die Blätter betheiligen sich nicht an der Verdickung und haben nur die untergeordnete Rolle, Hüllen zu bilden, die noch dazu ziemlich entbehrlich erscheinen und oft früh schon ganz zerstört werden; schon das Hervortreten der Achselknospen aus den verdickten Theilen, wie die ganze Entwicklung der letztern und die Uebergänge der Knollen in die gewöhnlichen Achsenbildungen zeigen, dass es die Blätter nicht sind, welche die Umwandlung erleiden, und ich kann daher Herrn Agardh nicht beistimmen, wenn er (Flora l. l.) sagt, dass die Knollen durch die Verschmelzung der Schuppenblätter entständen und dass die schiefe Querfurche die Stelle bezeichne, wo beide Schuppen verschmolzen seien.

Die Knollen lassen sich mit denen von *Crocus* und *Gladiolus* vergleichen, wo es auch einzelne Internodien, an denen die Knospen oft weit hinaufrücken, sind, die eine auffallende Anschwellung erleiden; aber es leuchtet ein, dass die Knollen der beiden letztgenannten Gattungen zu dem Gesammtleben der Pflanzen, wie das besonders an blühbaren Exemplaren hervortritt, insofern eine andere Stellung als bei *Pot. pectinatus* einnehmen, als sie sich erst aus Achsen bilden, die bereits einen Blüthenstengel (bei *Gladiolus*) oder einen kurzen Blüthenschaft (bei *Crocus*) als ihre terminale Fortsetzung gebracht haben, während bei *Pot. pect.* die Ausbildung der Knolle der des terminalen Stengels um eine Vegetationsperiode voraus ist und dem letzteren zu seiner Entfaltung mit den in ihr enthaltenen Nährstoffen zu Hülfe kommt: bei jenen Irideen sind die Knollen ein Ueberbleibsel, eine Hinterlassenschaft einer Generation, von der die nachfolgende Generation (ein neuer Blüthenstengel) zehrt, sozusagen Epigonen, bei *P. pect.* dagegen sind es Vorläufer.

In Bezug auf diesen letzten Punkt stimmen, abgesehen von untergeordneten Punkten, die der Vergleichung keinen Eintrag thun, die Knollen von *P. pect.* unter andern mit denen von *Scirpus maritimus, Cyperus esculentus* (die im Sommer auswachsenden Laubblätter der über den Boden treibenden Generationen haben hier regelmässig auch keine

Knollen, sondern erst die, welche zur Ueberwinterung aus den Grundtheilen jener Generationen hervorgehen) und *Sagittaria sagittaefolia**) unter den Monocotylen**) und unter den Dicotylen mit der Kartoffel und den Knollen von *Stachys palustris* überein. — Gewöhnlich bildet sich nur eine Generation in einer Vegetationsperiode bei den Monocotylen zu einer Knolle aus, bei *P. pect.* ist es, wie wir sahen, meistens anders, und wohl auch bei manchen der hier genannten andern Pflanzen, z. B. bei *Sagittaria*.

§. 33.

Der anatomische Bau der horizontalen, im Boden liegenden Achsen ist bei den von mir bisher untersuchten Potamogeton-Arten in der Hauptsache gleich. Mehrere Gefässbündel umstehen auf einem Querschnitte eine grössere oder kleinere Markfläche und sind nach aussen vom Cambium, von dem auch die Bildung der Nebenwurzeln ausgeht, umgeben. Die Rindenschicht ist am stärksten entwickelt und besteht aus grosszelligem Parenchym, zwischen dem man sehr vereinzelte Bastbündel findet; diese erkennt man unter dem Mikroskop an dem geringeren Lumen ihrer Zellen, und mit blossen Augen sind sie, besonders bei *P. lucens*, zu bemerken, wenn man die Achsen vorsichtig zerbricht; sie ragen dann als zarte, aber ziemlich zähe Fäden aus dem Rindenparenchym hervor. Bei *P. natans* und *lucens* ist das Rindenparenchym von zahlreichen Luftkanälen, die von zarten Querwänden sternförmigen Gewebes durchsetzt werden, durchzogen, so dass es, besonders bei ersterer Art, ein lockeres Gewebe darstellt; seine Zellen, wie auch das Mark, enthält Stärkemehl, das bei *P. lucens* noch mehr angehäuft ist und aus Körnern verschiedener Grösse — die grösseren stellen Scheibchen von elliptischem oder schiefeiförmigem Umriss, Fig. 24, Tab. III, dar — besteht, bei *P. natans* tritt es in zarteren oft zu zweien und dreien verbundenen Körnchen auf, Fig. 25. — Ganz ähnlich ist nun auch der anatomische Bau der Knollen von *P. pectinatus*. Die Gefässbündel, in denen man äusserst zarte Ringgefässe erkennt, sind hier auf eine ganz schmale Fläche, Fig. 21, beschränkt und umschliessen ein zartzelliges Mark. Die sehr breite Rindenschicht besteht aus zartwandigem Parenchym: die näher nach den Gefässbündeln zugelegenen Zellen derselben sind in der Richtung des Radius mehr in die Länge gezogen, während die nach aussen liegenden mehr rundlich sind, Fig. 22; sie lassen Intercellularräume zwischen sich und auch enge Kanäle, die aber hier sehr untergeordnet auftreten, meistens ganz schmal zusammengedrückt sind und nach aussen hin ganz fehlen, indem hier die Zellen dicht aneinander stossen; daher sind die Knollen derb. Sternförmiges Gewebe sah ich nicht. In der Rinde finden sich, durch breite Parenchymschichten getrennt, zarte Bastbündel.

---

*) Ueber diese Pflanze vergleiche man die gründlichen Arbeiten des Herrn Professor Nolte (Bot. Bemerkungen über *Stratiotes* und *Sagittaria*. Kopenhagen 1825) und des Herrn Professor Münter in der Berl. bot. Zeitung Jahrg. 1845; sie waren mir bei Abfassung meines Buches über Zw. u. Kn. Pfl. nicht zugänglich.

**) Diese Pflanzen füllen mit *P. pect.* eine Lücke aus, die ich in meiner Schrift über monokotyl. Zwiebel- und Knollengewächse p. 226 offen gelassen habe.

Die äussersten Zellen der Rinde sind schmaler und niedergedrückt, enthalten aber, wie auch die innern und das Mark, dichtgedrängte Amylumkörner von rundlicher oder ovaler oder lang gezogener Gestalt in manchen Modificationen nach Grösse und Umriss, Fig. 23. Die Körner oder Scheibchen sind im Allgemeinen grösser als bei *P. natans* und *lucens,* aber kleiner als die in den starrgewordenen Blättern von *P. crispus.* In den nicht knollig gewordenen horizontalen Achsen der im Sommer sich bildenden Generationen sind die zarten Zellen des Rindenparenchyms, welche sparsam sehr zartkörniges Stärkemehl enthalten, viel kleiner als in den Knollen, und das Rindenparenchym wird durch zahlreiche, regelmässig vertheilte — man zählt deren in der Richtung des Radius 6—8 Reihen — Luftkanäle, die auch in dem von den Gefässen umgebenen Centrum nicht fehlen, durchzogen, weshalb es auch sehr locker erscheint.

Das specifische Gewicht der reifen frischen Knollen ist wie das der horizontalen Achsen der andern Arten geringer als das des Wassers, indem sie darauf schwimmen; dies fand ich mindestens bei den grössern Knollen, wogegen die kleinern, besonders derben oft im Wasser untersanken. Sie haben, frisch wie auch gekocht, einen reinen, ganz angenehmen, fast nussartigen Geschmack. Auch die dicken horizontalen Achsen von *P. lucens* schmecken roh oder gekocht nicht übel, leisten aber den Zähnen schon etwas mehr Widerstand, als die zarten Knollen von *P. pectinatus.* Die Stärkemehlproduction dieser Pflanzen ist, wenn man ihr oft massenweises Auftreten erwägt, gewiss nicht gering anzuschlagen.

Sollte in Fischer's Reise im Russischen Reiche (man vergleiche das Referat von Herrn Agardh's Arbeit in der Flora l. l.), wo gesagt wird, dass die Wurzeln von *P. natans* aus aneinander gereihten Knollen beständen, nicht ein Versehen stattgefunden haben, und sollte nicht vielmehr *P. pectinatus* oder vielleicht *P. lucens,* wo manchmal wenigstens, Fig. 15 auf Taf. II, die Internodien wie aneinander stossende Knollen erscheinen, gemeint sein? — Bei *P. natans* habe ich wenigstens keine Knollen beobachtet. Nach Endlicher (enchirid. bot.) und Andern, deren Quellen mir nicht zugänglich sind, werden die Wurzelstöcke von *P. natans* von nordasiatischen Volksstämmen gegessen. Nach Obigem ist das nicht zu verwundern, mehr noch würden sich aber die Knollen von *P. pectinatus* und die Rhizome von *P. lucens* dazu eignen. Jene Wurzelstöcke gehören in dieselbe Kategorie der Nahrungsmittel wie die Rhizome anderer Wasserpflanzen, z. B. von *Typha,* manchen *Alismaceen,* von *Butomus* und den *Nymphaeen*, welche den Völkern niederer Culturstufen in gemässigten Zonen Nahrung spenden. An sie schliessen sich dann für wärmere Gegenden manche Aroideen, Dioscoreen und andere Pflanzen mit stärkemehlhaltigen Wurzelstöcken an. Dort scheinen mehr Wasserpflanzen, hier mehr Landgewächse, wenn auch nicht ohne mannichfache Uebergänge und Eingriffe der einen in das Gebiet der andern, Hauptträger des Stärkemehls zu sein. Diese Verhältnisse verdienten wohl unter Zugrundelegung eines sicherern und reicheren Materials, als mir gegenwärtig zu Gebote steht, weiter verfolgt zu werden. Manche jener Pflanzen verhalten sich zu den eigentlichen Culturgewächsen wie die jagd-

baren Thiere zu den gezähmten Hausthieren. — Roxburgh erwähnt bei einer in Ostindien vorkommenden Art der knolligen Wurzeln und hat sie deshalb *P. tuberosus* genannt.

Einige kleine Experimente, die ich mit kleinen Quantitäten der zerquetschten fleischigen Achsen von *P. pectinatus* und *lucens* vorgenommen, übergehe ich mit Stillschweigen, es Chemikern von Fach überlassend, uns über die Bestandtheile derselben näher zu unterrichten; sie werden auch leicht erklären, woher die oft rasch eintretende dunkle Färbung der Achsentheile und der Niederblätter im Wasser, dass sie wie verkohlt aussehen, herrührt.

V. Zanichellia palustris *L.*

§. 34.

Bei dieser Pflanze*) tritt uns zwar in der Verzweigung dieselbe Grundform wie in den besprochenen Potamogeton-Arten entgegen; allein bei einer nur etwas genauern Bekanntschaft ergiebt es sich, dass sich bei *Zanichellia* einige an sich unscheinbare Modificationen einfinden, durch welche jene Grundform eine veränderte Gestalt annimmt. Ich will zunächst angeben, worin bezüglich der Verzweigung die *Zanichellia* mit jenen Laichkräutern übereinstimmt:

1) Ein jeder Spross, durch welchen die Grundachse eine Verlängerung erhält, beginnt mit einem sterilen Niederblatt (Vorblatt), Fig. 38 *a* auf Tab. II. Es hat die Form einer geschlossenen, dünnhäutigen Scheide.

2) Das zweite Blatt bringt den Hauptspross hervor. Es ist dasselbe aber schon ein vollkommenes Laubblatt, dessen Stipula eine freie Scheide bildet; Fig. 38 *b*. Beide Blätter haben entwickelte Internodien unter sich.

3) Auch das dritte Blatt (*c*), gleichfalls ein vollkommenes Laubblatt, treibt sehr bald aus seiner Achsel einen sich bewurzelnden Spross (Reservespross).

---

*) Die Arten oder Formen der Gattung *Zanichellia* sind für unser Vereinsgebiet noch genauer zu untersuchen. Manche Merkmale, welche von sonst tüchtigen Systematikern zur Abgrenzung der Arten mit zu Hülfe genommen worden sind, bedürfen freilich selbst noch einer sorgfältigen Prüfung, damit man sich nicht auf etwas Unzuverlässliches stütze. Es möchte dies auch von der Beschaffenheit der Antheren gelten; so unterscheiden mit Andern Grenier und Godron Fl. de Fr. *Zanichellia palustris* auch durch vierfächerige Antheren von *Z. dentata* mit zweifächerigen Antheren. Ein solcher Wechsel im Bau der Antheren muss in der That als etwas sehr Eigenthümliches erscheinen. Die bei uns vorkommende *Zanichellia* hat in der Regel *antherae biloculares* (diesen *terminus technicus* im Sinne der beschreibenden Botanik gebraucht); ich habe aber schon früher (Flora 1851 Nr. 6) angegeben, dass bei unserer Pflanze gar nicht selten zwei mit ihren Rückenflächen sich dicht an einander legende Antheren auftreten, und glaubte dieses Verhalten mit dem von *Cymodocea (Phucagrostis major Caulini)* in Vergleich stellen zu dürfen. Sollten diese beiden Antheren als *anthera quadrilocularis* aufgefasst sein?

§. 35.

Abweichend von den Laichkräutern verhält sich *Zanichellia* in folgenden Punkten:

1) Das zweite Blatt eines jeden Sprosses (das erste Laubblatt) steht nicht, wie es bei den untersuchten Potamogetonen der Fall ist, vor der Mediane des Mutterblattes, sondern es fällt, wie ich es bereits in meinem Aufsatz über die Inflorescenzen der deutschen Potameen Flora 1851 Nr. 6 angab, seitwärts, mehr links oder rechts, von derselben. Die folgenden Blätter setzen dann die Stellung mit $^1/_2$ Divergenz fort.

2) Die Nebenwurzeln, wie bei *P. pectinatus* und wohl noch bei andern Arten an dem ersten Internodium fehlend, sind hier an dem zweiten und dritten Internodium (auch an den folgenden) höchstens in der Zweizahl vorhanden. Mit dieser Zweizahl verbindet sich folgendes regelmässig wiederkehrendes Verhalten, dass nämlich immer die eine Nebenwurzel früher hervortritt, als die andere. Beide gehen dicht unterhalb der Blattinsertion aus dem Achsenparenchym, anfangs von einer sehr langen Coleorrhiza überzogen, hervor, näher nach der Mediane des Blattes (dessen Spreite bekanntlich nur einen Theil des Stengelumfangs einnimmt, während die Stipula rings herumläuft) zu, so zwar, dass die zuerst hervorbrechende, Fig. 39, 41 und 42, *N*, durch einen etwas grösseren Zwischenraum von der Mediane getrennt ist, als die nachkommende, Fig. 40, 41 und 42 *n*. — Später gleicht sich die anfangs verschiedene Länge aus; manchmal entwickelt sich die zweite auch an den untern Internodien gar nicht, für die obern ist dies Regel.

3) Ein minder wichtiger Unterschied ist darin begründet, dass das dritte Internodium, welches bei den Potamogetonen regelmässig verkürzt erscheint, hier immer etwas gestreckt ist (unter *c* in Fig. 38), so dass es sich hier schon deutlicher als zu dem aufsteigenden Stengel gehörig zeigt.

4) Die Stellung des ersten Laubblattes (und somit der folgenden Blätter überhaupt) in den aufeinander folgenden Sprossen oder Generationen zu dem jedesmaligen Mutterblatte des Sprosses, so wie das successive Hervortreten der Nebenwurzeln und deren Stellung zu dem ersten Laubblatte zeigt fernerhin folgende Gesetzmässigkeit:

a) Steht das erste Laubblatt eines beliebigen Hauptsprosses rechts von dessen Mutterblatte, so steht das erste Laubblatt des aus diesem Hauptsprosse sich wieder entwickelnden folgenden Hauptsprosses links und so umgekehrt; der Spross aus der Achsel des dritten Blattes (des zweiten Laubblattes) oder der Reservespross verhält sich hierin entgegengesetzt zu dem Hauptspross derselben Ordnung.

b) Wenn die zuerst hervorbrechende Nebenwurzel unterhalb des ersten Laubblattes einer Generation links von der Mediane jenes Blattes (Links und Rechts ist auch hier so bestimmt, dass der Beobachter sich in die Mediane des Blattes so hineindenkt, dass er das Gesicht dem über dem Blattansatze befindlichen Achsentheile zuwendet) steht, so findet sich dieselbe Wurzel unterhalb des ersten Laubblattes der nächstfolgenden Generation (des nächstfolgenden Hauptsprosses) rechts von dessen Mediane, und so umgekehrt; die Wurzelstellung unterhalb des zweiten Laubblattes ist die entgegengesetzte von

der des ersten Laubblattes eines und desselben Sprosses. — Der Reservespross (aus der Achsel des zweiten Laubblattes) verhält sich hinsichtlich des Hervortretens der ersten Wurzel unter seinem ersten Laubblatte entgegengesetzt zu dem Hauptsprosse derselben Ordnung, folglich übereinstimmend mit dem Hauptspross oder der Generation, aus der sie beide hervorgegangen sind.

c) Die Stellung des ersten Laubblattes an einem Sprosse zu dessen Mutterblatte und die Stellung der ersten Nebenwurzel zu jenem ersten Laubblatte verhalten sich einfach folgendermassen. Wenn jenes erste Laubblatt eines Sprosses rechts von dessen Mutterblatte steht, so steht die erste Nebenwurzel links unterhalb der Mediane jenes ersten Laubblattes und umgekehrt. Die Seite, wo die erste Wurzel aus dem Spross hervorbricht, ist sonach immer die, welche dem Mutterblatte des Sprosses zugewendet ist. Es liegt in diesen Verhältnissen eine gewisse Zweckmässigkeit. Indem nämlich aus dem angegebenen Verhältnisse von selbst folgt, dass die erste Wurzel an der betreffenden Achse immer an der Seite hervorbricht, die nach dem Mutterblatte des Sprosses zu liegt, kann sie, an dem Mutterblatte vorbeigehend, nach aussen wachsen; bräche sie dagegen auf der Seite nach der Abstammungsachse zu hervor, so würde sie, wenigstens in den ersten Stadien, wo der junge Spross an die Abstammungsachse angedrückt ist, auf diese letztere treffen und an ihr ein Hinderniss haben. Bei der zweiten Wurzel, bei der dieser Fall eintreten könnte, geschieht es eben nicht, weil sie regelmässig erst dann auswächst, wenn der Spross sich schon aus der ursprünglichen Lage zu der Mutterachse entfernt hat. Ist dies eine Zweckmässigkeit quoad originem, so kommt dazu noch eine quoad finem. Indem nämlich ein Hauptspross auswächst und sich am Boden hin horizontal streckt, kommt sein erstes Laubblatt links oder rechts an dem Sprosse zu liegen; setzen wir den Fall, es liege rechts (zu dem Mutterblatte und der Abstammungsachse des Sprosses), so würde, wenn die erste Nebenwurzel rechts unter der Mediane des ersten Laubblattes entspränge, sie aus der von dem Boden abgewendeten Seite hervorgehen; da sie aber in Wirklichkeit links von der bezeichneten Mediane entspringt, so ist sie gleich ursprünglich dem Boden zu gerichtet und kann die horizontale Achse gleich an diesen anheften und Nahrung aus demselben nehmen, wodurch sie durch die vielen zarten, aber langen Papillen besonders geschickt ist. Ich erwähne hierbei einer andern Zweckmässigkeit im Aufbau der Pflanze, nämlich eben der Rechts- oder Links-Stellung des ersten Laubblattes. Dieses Laubblatt ist also, wie bei den Potamogetonen das zweite Niederblatt, das Mutterblatt des jedesmaligen Hauptsprosses, der immer rasch auswächst; es würde, wenn bei *Zanichellia* dieselbe Blattstellung herrschte wie bei *Potamogeton*, das erste Laubblatt auch wie bei *Potamogeton* nach unten zu auf den Boden zu liegen kommen, und würde in dieser Lage bei der Neigung der Laubblätter sich aufwärts nach dem Lichte zu richten, den Hauptspross nicht so bequem hervortreten lassen, wie es die Niederblätter der Potamogetonen (man sehe §. 8) thun; nun aber, da das Laubblatt, — welches sich auch in dieser Stellung aufwärts dem Lichte zu biegt und so aus der fast horizontalen Ebene, in der es zu der Achse steht,

heraustritt, — seitwärts an der horizontalen Achse*) steht, so schiebt sich der Hauptspross bequem zwischen seinem Mutterblatte und seiner Mutterachse hervor. Der junge Achselspross, dessen erste Laubblätter ursprünglich mehr in einer verticalen Ebene liegen, dreht sich, in den auf einander folgenden Generationen in entgegengesetzter Richtung, im Niederstrecken auf den Boden ganz unmerklich, so dass jene Blätter mit ihren Insertionen wieder in eine mehr horizontale Ebene zu liegen kommen. — Man könnte geneigt sein, aus manchen von diesen Punkten die Regelmässigkeit überhaupt zu erklären, dass man z. B. sagte: es ist ganz natürlich, dass die erste Nebenwurzel an der bezeichneten Stelle hervortritt, weil eben hier die Achse, der sie den Ursprung verdankt, dem Boden am nächsten liegt und es eine bekannte Erfahrung ist, dass Achsen an der Seite, die dem Boden zugekehrt ist, geneigt sind Wurzeln zu schlagen. Allein diese Erklärung reicht keines wegs aus. Ganz abgesehen davon, dass die Wurzelbildung in derselben Ordnung erfolgt, wenn die Pflanze frei im Wasser, losgerissen vom Boden, schwimmt, widerlegt sich eine solche Erklärung dadurch, dass die Anlage der Wurzeln und deren Differenzirung nach der oben angegebenen Weise (ebenso wie die Stellung der Blätter) schon in eine so frühe Periode fällt, wo von solchen äusserlichen Einflüssen noch gar nicht die Rede sein kann. Wir haben hier vielmehr eine prästabilirte Harmonie zwischen innerer Organisation und den äussern Verhältnissen, für die und in denen sich jene Organisation nach aussen darbildet, eine Art Vorsorge. Dass hierdurch die Annahme, jene Erscheinungen regelmässigen Wechsels seien gleichsam die Wellenberge und Wellenthäler, welche der ruhig daherziehende Strom des vegetabilischen Lebens aus sich selbst heraus auf seine Oberfläche treibe, nicht ohne weiteres von der Hand gewiesen wird, ist von selbst klar; aber es ist mit dieser Annahme nicht viel gewonnen, man hat die Thatsachen eben nur unter einen allgemeineren Gesichtspunkt gefasst, sie aber nicht in ihrem letzten Grunde erklärt.

§. 36.

Ich will nun das gesetzmässige Verhalten, wie ich es im vorigen §. zu schildern versuchte, an einigen concreten Fällen, wie sie die beigegebenen Abbildungen darstellen, nachweisen. Figur 38 zeigt die vier letzten ausgewachsenen oder auswachsenden Generationen einer Sprosskette, die mit I—IV. bezeichnet sind, ihnen gingen noch eine lange Reihe von Generationen voraus, die nicht mit gezeichnet sind; *a* zunächst der Stelle, wo die horizontale Achse abgeschnitten wurde, ist das sterile Niederblatt der ersten oder ältesten mitabgebildeten Generation, *b* ist deren erstes Laubblatt (*v* dessen stipula), welches rechts zu der vorhergehenden Generation stand, die grössere oder geförderte Nebenwurzel *N* steht links von ihm, die kleinere, deren Ausgangsstelle auf der von dem Betrachter abgewen-

*) Die Achse besteht aus einer breiten Rindenschicht zartwandigen Parenchyms, welches von verhältnissmässig kleinen Luftkanälen, die sich mehr nach aussen zu finden, durchzogen wird und zwischen dem sehr vereinzelte und unvollkommene Bastbündel auftreten. Die centralen Gefässe umschliessen einen Kanal. — Das Stärkemehl ist sehr spärlich und zart.

deten Seite der horizontalen Achse lag, rechts; *c*, an dem schief aufsteigenden Theile von I stehend, ist das zweite Laubblatt, an seiner Basis stand die allein hervorgetretene erste noch kleine Nebenwurzel rechts. Aus der Achsel von *b* entspringt der Hauptspross oder hier die zweite Generation II, aus der Achsel von *c* der Reservespross II^a gleicher Ordnung mit II; jener ist völlig ausgewachsen und hat sein erstes Laubblatt links, dieser ist am Grunde noch von der Stipula seines Mutterblattes *c* eingeschlossen, und sein erstes, längeres Laubblatt, ausser welchem nur noch das zweite Laubblatt daneben sichtbar ist, steht rechts von dem Mutterblatte *c*. Die Stellung der Wurzeln *N* und *n* an dem Grunde des ersten Laubblattes *b* der zweiten Generation (II) ist gerade umgekehrt von der der ersten Generation; am Grunde von dem zweiten Laubblatt *c* der zweiten Generation stand die noch ganz kleine erste Nebenwurzel auf der von dem Betrachter abgewendeten Seite und ist also in der Abbildung nicht zu sehen. Der Hauptspross aus der Achsel des ersten Laubblattes der zweiten Generation oder die dritte Generation III, am Grunde noch von der Stipula *n* des Mutterblattes umgeben, hat wie I das erste Laubblatt *b* rechts, der Reservespross aus der Achsel von *c*, mit III^a bezeichnet, links von dem betreffenden Mutterblatte. III ist noch nicht völlig ausgewachsen, während dies bei I und II, wo die Stengelspitzen abgeschnitten sind, der Fall war, und nur *b* und *c* haben sich abgebogen, das dritte und vierte Laubblatt (*d* und *e*) sind noch aneinander gelegt. Am Grunde von *b* ist, wie bei *b* an I, die Nebenwurzel *N*, — die zweite ist noch nicht ausgewachsen, — links von b gestellt, am Grunde von *c* stand sie rechts, sie ist durch einen ganz kleinen Kreis angedeutet. Der Hauptspross IV aus der Achsel von *b* hat sich noch nicht horizontal niedergelegt, und seine Laubblätter, von denen das erste *b* links von dem Mutterblatte des Sprosses steht, sind noch von dem Niederblatte *a* zusammengehalten; der Reservespross IV^a hat sein erstes Laubblatt rechts von *c*, dem betreffenden Mutterblatte.

Einen Hauptspross, ungefähr in demselben Zustande wie IV in Fig. 38, aber isolirt und vergrössert, so indessen, dass zur Raumersparniss die Theile in vertikaler Richtung etwas verkürzt gezeichnet wurden, zeigen Fig. 44 und 45: *b* am Grunde der Figuren ist die Insertion des Mutterblattes des ganzen Sprosses und entspricht *b* an der Generation III in Fig. 38; von der Abstammungsachse des ganzen Sprosses, welche der mit III in Fig. 38 bezeichneten entspräche, ist nur ein Stückchen III unterhalb *b* mitgezeichnet, dagegen ihr oberer Theil, welcher wie die aufstrebende Partie von III in Fig. 38, hinter den abgebildeten Spross zu stehen gekommen wäre, ist weggelassen. Der abgebildete Spross zeigt nun das dünnhäutige Niederblatt *a*, durch dasselbe schimmert schon das erste Laubblatt *b* mit seiner Basis hindurch, während seine Spitze darüber hervortritt. Dieses Blatt *b* des Sprosses IV steht links von dem Mutterblatte des ganzen Sprosses, dessen Insertion unten an III mit *b* bezeichnet ist; ebenso schimmert die zuerst hervorbrechende Nebenwurzel *N* durch, sie steht rechts von dem Laubblatte *b*, an dessen Grunde sie hervorgeht, während dieselbe Wurzel unten an III von *b* links steht; *c* und *d* sind die folgenden Laubblätter, am Grunde durch die mit *n* bezeichnete Stipula des Blattes *b* umgeben. In

Fig. 45 ist das Niederblatt *a* der vorigen Figur weggenommen, so dass nun die Stipula *v* von *b* frei liegt; aus der Achsel von *b* und von dessen Stipula mitumschlossen, tritt der neue Hauptspross (der also, wenn man ihn an den in Fig. 38 abgebildeten Fall anschliesst, als die Generation V zu bezeichnen ist), hervor; sein erstes Laubblatt, auch mit *b* bezeichnet, steht rechts von dem Mutterblatte. Dieser Spross V ist in Fig. 46 nach Wegnahme seines ersten Niederblattes bei *a* so gezeichnet, dass man die Stellung seines ersten, weniger als in den vorigen Figuren verkürzten Laubblattes *b* zu seinem Mutterblatt besser erkennt, dessen Insertion mit *b* an dem Achsentheile IV bezeichnet ist und das nun, während es in Fig. 44 und 45 zur linken Seite des Betrachters stand, hier mehr nach vorn zugekehrt ist. Von IV ist auch nicht mehr mitgezeichnet, als von III (siehe oben) in Fig. 44 und 45. Man sieht, wie von dem rechts stehenden Blatt *b* des Sprosses V die erste Nebenwurzel *N* links steht; *c* und *d* sind das zweite und dritte Laubblatt des Sprosses V.

Figur 43 zeigt in geringer Vergrösserung mehrere Generationen, sie sind aufrecht gestellt, so dass die Seite der Achsen, die in Wirklichkeit nach unten, dem Boden zu, liegt, hier nach vorn zu steht; ich habe zur leichtern Orientirung die Generationen, die in ihrer Ausbildung so ziemlich, in der Stellung der einzelnen Theile aber ganz den letzten Generationen in Fig. 38 entsprechen, mit denselben Zahlen III und IV bezeichnet, zu ihnen kommt dann noch V. Das erste Niederblatt *a* und die Stipula von den Blättern *b* und *c* wurden an III und IV entfernt, an V ist die Stipula von *b* mitgezeichnet. An III steht *b* rechts, *N* zu *b* links, *N* zu *c* derselben Generation, die dann noch die Blätter *d, e, f* zeigt, rechts. An IV steht *b* links, *N* dazu rechts; an IV^{a} (Reservespross) *b* rechts, *N* links. An V steht *b* rechts, *N* dazu links; der Reservespross, der aus der Achsel von *c*, an das sich noch an der Spitze der ganzen Zeichnung das zweite, dritte und vierte Laubblatt *c, d* und *e* schliessen, entspringen müsste, war noch nicht ausgewachsen. Aus der Achsel des Blattes *b* der Generation V und von der Stipula desselben umschlossen, sehen, vor dem oben abgeschnittenen zweiten und dritten Laubblatte *c* und *d* der Generation V, die Spitzen der beiden ersten Laubblätter der folgenden Generation hervor; das erste steht wieder links, wie an der Generation IV.

§. 37.

Wir sehen also, dass jeder Hauptspross mit dem vorhergehenden Hauptspross oder seinem Abstammungsspross nach der Blattstellung und der Bewurzelung antidrom, der Reservespross mit dem Abstammungsspross aber homodrom ist. Der Reservespross verhält sich beim Weiterwachsen in seiner Verzweigung nun ebenso wie der Hauptspross, und ich brauche nichts weiter darüber zu bemerken. Aus der Achsel des vierten Blattes (des dritten Laubblattes) einer Generation, bricht oft ein sich bewurzelnder, Dichasien bildender Spross hervor, so wie auch aus der des folgendes Blattes. Ueber dem sechsten Blatte, das mit dem fünften die Spatha bildet, findet sich, wenn der Spross nicht ein blosser, nur Laubblätter bringender Erstarkungsspross ist, in der Regel die erste Inflo-

reseenz*). In der Mehrzahl der untersuchten Fälle fand ich die Sprosse in den Achseln der obern Laubblätter mit dem Reservespross bezüglich der Blattstellung und auch nach der Stellung der ersten und oft alleinigen Nebenwurzel unter dem ersten Laubblatte, falls sie schon erkennbar war, homodrom, ausnahmsweise kommt ein zu dem Reservespross antidromer Spross vor; jenes Verhalten fand ich auch bezüglich der beiden Sprosse aus den Achseln der Spathablätter.'

Die obern Blätter, vom vierten an, eines Sprosses haben an ihrer Insertion oft eine Nebenwurzel, häufiger noch fehlt sie, und eine bestimmte Gesetzmässigkeit in ihrer Stellung habe ich in den allerdings wenigen Fällen, wo ich auf diesen Umstand achtete, nicht gefunden.

Ich habe in den obigen Mittheilungen der Stellung des ersten und einzigen geschlossenen Niederblattes eines Sprosses zu dessen Mutterblatte und zu dessen Abstammungsachse nicht gedacht; sein Rand ist aber oben in der Regel gleich hoch und wird auch häufig schon in früher Zeit zerrissen und zerstört, dabei ist sein ganzes Gefüge so gleichmässig, dass mir seine wahre Stellung nicht deutlich wurde; wahrscheinlich steht es auch links oder rechts, so dass das erste Laubblatt mit ihm alternirt.

Es fehlen endlich auch bei *Zanichellia* die squamulae intravaginales nicht; sie finden sich an jedem Blattknoten normal in Zweizahl, *s* in Fig. 45 (an andern Blattinsertionen sind sie nicht mitgezeichnet) und sind schmal lineallanzettlich und zarthäutig; sie mögen bisweilen verkümmern. Ich habe sie früher (Flora l. l.) für die ersten Blattgebilde der Achselsprosse gehalten; das ist unrichtig, da sie sich auch schon innerhalb des Vorblattes eines Sprosses, das in seiner Achsel keinen Spross hat, finden. Man wird, wenn man sich die Mühe giebt, die Sache nachzuuntersuchen, den Irrthum entschuldigen. — Eine eigentliche Ruheperiode tritt kaum ein, wie sich schon daraus ergiebt, dass gleich das zweite Blatt einer Generation ein Laubblatt ist. In Gewässern, die nicht gefrieren, vegetirt die Pflanze den ganzen Winter hindurch. — Ueber die Keimung sehe man den folgenden Abschnitt.

VI. Ruppia rostellata Koch.

§. 38.

Wenn man Gelegenheit hatte, diese Pflanze an ihrem natürlichen Standorte zu beobachten, so wird man zugestehen müssen, dass sie in Betreff des kräftigen Wachsthums den Potamogetonen und der Zanichellia keineswegs nachsteht, sie vielmehr fast noch übertrifft. In meiner Nachbarschaft, nahe bei der Numburg, einer ungefähr drittehalb Stunden von Sondershausen entfernten Schwarzburgischen Domäne, wächst sie in

*) Ueber die Inflorescenzen und die weitern Verzweigungen sehe man meinen Aufsatz in der Flora; ich habe hierüber keine neueren Untersuchungen anstellen können.

einem Bache, der mir von den ersten Zeiten meiner botanischen Excursionen bis auf heute, wenn auch nicht für den Anblick des Meeres, doch für die unter dessen Einflusse sich entwickelnde Vegetation einigen Ersatz gewährte; er ist sehr salzhaltig, und sein Wasser muss überhaupt nach seiner Zusammensetzung eine grosse Aehnlichkeit mit dem Meerwasser haben, indem sich, unfern malerisch gruppirter Gypsberge, die ihrerseits auch eine ganz eigenthümliche Vegetation besitzen, an seinem Ufer und in seinem Bette eine Flora entwickelt hat, welche mit der des Meeres und seiner Ufer sehr grosse Aehnlichkeit hat.*) Die Ruppia erfüllt das Bett des kräftig fliessenden Baches fast das ganze Jahr hindurch, ja ihre zusammenhängenden Polster oder Vliesse**) stauen zur Sommerszeit das Wasser in demselben so, dass es durch den Damm, der es zusammenhält, hindurch dringt und die angrenzenden Wiesen, die sich im Sommer mit der Strandaster schmücken, überrieselt. Deshalb wird auch gegen die Ruppia — ähnlich wie in manchen Gegenden gegen die Feldwucherblume Gesetze gegeben sind — von Seiten der Feldpolizei eingeschritten, indem die Bauern eines benachbarten Dorfes, denen ich manchmal ohne Verpflichtung und in anderer Absicht Beistand leistete, gehalten sind, von Zeit zu Zeit die Pflanze mit Rechen und andern Instrumenten herauszuziehen; die Massregel hilft indessen nicht viel, denn die Ruppia ergänzt bald die Lücken wieder.

Ich glaubte, es würde die Ruppia sich in der Art ihrer Verzweigung durchweg wie die Potamogetonen oder die Zanichellia verhalten, da sie, wie mich frühere Untersuchungen (Flora l. l.) belehrten, in den Verästelungen, die sich an die Infloreseenzen anschliessen, mit jenen übereinstimmt, allein eine genauere Bekanntschaft mit ihr hat mich von der Unrichtigkeit meiner Voraussetzung überzeugt.

§. 39.

Der Stengel der Ruppia wächst im normalen Verlaufe an seiner Spitze so lange weiter bis er durch die terminale Inflorescenz abgeschlossen wird, und erst hier rücken die Insertionen der zwei Blätter, welche die Spatha bilden, so nahe zusammen, dass sie die beschreibende Botanik in der Regel als opponirte bezeichnet. Die untern Internodien sind durchweg entwickelt, wenn sie auch bisweilen ziemlich kurz bleiben. Es fehlt also dieser Pflanze in den rein vegetativen und von der Fructification entfernten Theilen ihrer Achse die Anlage zur dichotomen Verzweigung, welche bei den Potamogetonen so entschieden hervortritt, und die Anordnung ihrer Laubzweige, abgesehen von denen die aus den Achseln der Spatha hervortreten, gleicht mehr der der Verästelungen einer Blüthentraube. Es muss überhaupt daran festgehalten werden, dass die streng dichotomen Verästelungen***) durch mancherlei Zwischenstufen in die traubige übergehen; in den ver-

*) Man vergleiche hierüber auch einige vorläufige Bemerkungen des Herrn Professor Cohn in der Flora 1857, Nr. 45.

**) Die italienischen Fischer haben für die unterseeischen Wiesen, welche durch die Zosteren gebildet werden, besondere Namen (man sehe Caulini in Ustери Annal. 11, p. 37). Wie jene Fischer in den Zosteren nur Gras sehen, indem sie die damit bedeckten Flächen gramigniti nennen, so machen es die Bauersleute meiner Heimath mit der Ruppia.

***) Bei *Zanichellia palustris* sind die dichotomen Sprosse zu der Abstammungsachse auch oft traubig geordnet.

schiedenen dichotomen Verzweigungen hat man zugleich die dürftigsten Anfänge, sowohl der reicher ausgestatteten centrifugalen, als auch der centripetalen (welche letztern ihre vollkommenste Form in der ächten Traube haben) Blüthenstände, — Gegensätze, über welche zuerst Herr Professor Röper Aufschluss gab zu einer Zeit, von welcher hauptsächlich die Entwicklung der neuern Morphologie der Pflanzen datirt.

§. 40.

Die Stengelblätter sind fort und fort Laubblätter; in der Rollung ihrer getrennten etwas übergreifenden Scheidenränder habe ich keine Gesetzmässigkeit beobachtet: bald war es der linke, bald der rechte Rand, der in einigen aufeinander folgenden Blättern einer Achse übergriff, manchmal wechselten zwei aufeinander folgende Blätter hierin ab. Es sind diese Verhältnisse oft undeutlich, und man kann sich leicht dabei irren. Die schmale Blattfläche wird links und rechts von dem Mittelnerv von je einem durch zarte Querwände getrennten Luftkanal durchzogen, wie es bei der Zanichellia auch der Fall ist; sind die Blätter jünger, so tragen sie an ihren Seitenrändern, besonders gegen die Spitze hin, zarte, einzeln stehende straffe Härchen, welche aus ungefähr vier bis sechs in eine Reihe geordneten Zellen bestehen. — Die intravaginalen Schüppchen fehlen auch hier nicht; sie sind der Achse dicht angedrückt und sehr klein. Sie sind dabei meistens mehr breit, als hoch, selten umgekehrt, oben etwas abgerundet und bestehen aus zartem Parenchym, Tab. I, Fig. 33. Oberhalb einer jeden Blattinsertion fand ich in den untersuchten Fällen immer nur zwei, die links und rechts ganz nahe an dem Achselspross an die Mutterachse angedrückt sind, Fig. 28 und 31 *s*; das eine übertrifft das andere zuweilen an Grösse um fast das Doppelte. Schwerlich würde ich diese kleinen Gebilde gefunden haben, wenn mich nicht die nahe Verwandtschaft der Ruppia mit den Potamogetonen hätte vermuthen lassen, dass sie auch bei jener vorhanden sein möchten.

Aus der horizontal sich hinstreckenden Achse*) geht dicht unterhalb jedes Blattknotens eine dünne, anfänglich von einer langen Coleorrhiza überzogene Nebenwurzel, die 3—4 Zoll lang wird und mit langen zarten Papillen, an denen der Schlamm fest anhaftet, versehen sind. Die Wurzel bricht immer seitwärts von der Mediane eines Blattes hervor, Fig. 28 *N* und *n*, 30—32, und zwar bricht sie regelmässig an den aufeinander folgenden Knoten auf der entgegengesetzten Seite der Blätter hervor; stand sie also z. B. unter einem Blatte rechts von dessen Mediane, *N* in Fig. 28, so steht sie unter dem nächsten Blatte links *n*. Zwischen der Blattrollung und dem Hervorbrechen der Wurzeln konnte ich, wie aus Obigem von selbst folgt, keine bestimmte Beziehung finden: ich sah die Wurzel oft an der bedeckten, Fig. 30, oft an der bedeckenden Seite der Blattscheide. — An manchen Blattknoten kommen zwei, Fig. 32, dann gleich weit von

*) Ihre anatomischen Verhältnisse sind einfach. Die Gefässe, in deren Mitte ein von engen Zellen umstellter Kanal verläuft, werden von dem breiten Rindenparenchym umgeben, in welchem sich Luftkanäle, die ziemlich regelmässig in einen Kreis gestellt sind, finden; die Rindenschicht enthält auch sehr vereinzelte unvollkommene Bastbündel.

der Mediane des Blattes *a* links und rechts hervorbrechende Wurzeln vor; ich fand dies oft an der Stelle, wo die Spitze einer bis dahin horizontalen Achse sich schief im Wasser erhebt, doch findet man auch bisweilen an zwei auf einander folgenden Blattknoten je zwei Wurzeln. Man kann dann immer eine früher und eine später hervortretende unterscheiden, Fig. 32, und die früher hervorgehende zeigt dann mit der des vorhergehenden und nachfolgenden Knotens die angegebene Regelmässigkeit. Es kommen übrigens bisweilen, auch wenn nur eine Wurzel an einem Blattknoten steht, Abweichungen von dieser Regelmässigkeit vor, indem, im Verhältniss zu den untersuchten Fällen aber immer selten, die Wurzeln an zwei auf einander folgenden Knoten an derselben Seite hervorbrachen.

§. 41.

Da die Laubblätter ursprünglich in streng zweizeiliger Alternation an der liegenden Achse stehen und zwar anfänglich oder im jüngern Zustande, man sehe *f, g, h* in Fig. 27, so, dass die Mediane aller in eine vertikale Ebene fällt, so folgt daraus, dass die Nebenwurzeln ursprünglich auf einer Seite der ganzen Achse (in anfangs senkrechter, sehr bald aber schiefer Richtung auf jene vertikale Ebene) hervorbrechen müssen. Die Blätter aber verändern, wie es scheint durch eine geringe Drehung der aufeinander folgenden Internodien in entgegengesetzter Richtung, ihre Stellung bald in der Weise, dass sie an der ausgewachsenen niederliegenden Achse nicht mehr oben und unten, sondern hüben und drüben (rechts und links) schief seitlich an derselben stehen und dabei unter Aufrichtung ihrer Spitzen etwas nach oben convergiren*), wie das sonst an den Blättern liegender Achsen der Fall zu sein pflegt. Dadurch kommen die Wurzeln, die bei der Drehung der Achse mitbetheiligt sein mögen, mehr nach unten an der Achse zu stehen und treiben so abwärts in den schlammigen Boden. Die angegebene Stellung zu der Mediane der Blätter wird dabei nicht alterirt; man sehe Fig. 27.

Mit dem hier besprochenen Verhalten der auf einander folgenden Internodien und ihrer Blätter an einer und derselben Achse bei Ruppia kann man wohl das Verhalten der auf einander folgenden Generationen und ihres ersten Laubblattes bei Zanichellia (§. 35) in Parallele stellen. Bei dieser letzteren kommen die mit ihrer Abstammungsachse ursprünglich in einer mehr verticalen Ebene liegenden ersten Laubblätter der verschiedenen an einander sich reihenden Generationen an dem Sympodium mehr links und rechts zu stehen. Steht z. B. das erste Laubblatt einer beliebigen Generation seitwärts rechts (dieses Rechts wird nach dem früher Bemerkten im Zurückblick auf die vorhergehende, ältere Generation bestimmt, also umgekehrt von der Art, Rechts und Links bei dem Laufe eines Stromes zu bestimmen) an dem ausgebildeten horizontalen Sympodium, so fällt ursprünglich das erste, die erste Nebenwurzel rechts an seinem Grunde hervorbringende Laubblatt der nächsten Generation oder des nächsten Hauptsprosses, indem es zu jenem

*) Meine Vermuthung, dass der deckende Rand der Blätter der unten an der Achse liegende sei, cf.: „Vergleichende Untersuchungen über die Ordnung der Schuppen an den Tannzapfen von Dr. Alex. Braun“ p. 189, hat sich hier nicht bestätigt.

Laubblatte, als dem betreffenden Mutterblatte, links steht, nach unten, dem Boden zu; allein es dreht sich die betreffende Achse unmerklich so, dass dieses Laubblatt bald mehr links am Sympodium zu stehen kommt. Das erste Laubblatt der nächstfolgenden Generation, welches rechts zu deren Mutterblatte steht, liegt ursprünglich auch nach unten, kommt aber durch eine unmerkliche Drehung der Achse wieder seitlich rechts an dem ausgebildeten Sympodium zu stehen, u. s. f. abwechselnd.

§. 42.

Aus den Blattachseln treten auch bei Ruppia frühzeitig Sprosse hervor, welche ganz unten mit einem ungeschlossenen, aus langen und schmalen Zellen gebildeten, zarthäutigen Vorblatte, in dessen Achsel keine Knospe steht, beginnen, das seine Rückenfläche der Abstammungsachse zuwendet, Fig. 31 *v*, während das folgende erste Laubblatt *l*, welches ein deutliches Internodium unter sich hat, nach vorn zu, vor dem Mutterblatte, steht; die Alternation setzt sich auch weiterhin regelmässig fort. Ich untersuchte die Rollung der Scheide des ersten Laubblattes an mehrern auf einander folgenden Achselsprossen und fand sie von rechts nach links; das wird wahrscheinlich nicht konstant sein. — Die erste Nebenwurzel eines Achselsprosses steht dicht unterhalb des ersten Laubblattes, Fig. 27 und 28; sie stand regelmässig auf derselben Seite von der Mediane desselben, wo unter dem Mutterblatte des betreffenden Sprosses die Nebenwurzel stand, so dass der Zweig, falls er sich überhaupt niederlegt, auf die Seite der Mutterachse zu liegen kommt, wo die letztbezeichnete Nebenwurzel sich findet und die aufeinander folgenden Zweige sich in entgegengesetzter Richtung von der Mutterachse abbiegen. An Achsen, die im Wasser aufstreben und frei in demselben fluthen, ist jenes regelmässige Verhalten nicht immer vorhanden.

Die Enden aller Achsen können eine Inflorescenz hervorbringen; sie sind dann gewöhnlich nicht auf dem Boden festgewurzelt, sondern fluthen frei im Wasser. Nicht allzu selten fand ich aber auch Achsen, welche bis unter das untere der Spathablätter (das obere hat dann meist keine Wurzel unter sich), Fig. 29 *a* und *b*, auf dem Grunde des Baches durch Wurzeln fest angeheftet waren und bei denen nur die kurze oft verkümmernde Inflorescenz *J* sich etwas aufwärts krümmte; es pflegte dann der kräftigere, dem obern Spathablatte *b* angehörige Zweig horizontal weiter zu wachsen und sich am Boden einzuwurzeln, während der untere aufwärts wächst und nicht fest einwurzelt. Hier hat man eine schwache Analogie von dem Verhalten der basiliären Achsen bei *Potamogeton*, freilich modificirt dadurch, dass einmal, wie es bei den Inflorescenzen der Potameen meistens zu sein pflegt, hier der obere Zweig als Haupt-, der untere als Reservespross erscheint, während die Inflorescenz bei *Ruppia* allein dem aufsteigenden Stengel einer Generation der Potamogeton-Arten entspricht, und dass ferner der Hauptspross bei *Ruppia* in seinem weitern Wachsthum sich verschieden von dem Hauptspross der Potamogetonen verhält.

§. 43.

Ich fand sowohl im Freien im Grunde des Baches Keimpflanzen, als ich auch deren öfters in der Stube in einem Glase, das ich mit etwas salzigem Wasser füllte,

gezogen habe. Die Keimung erfolgt oft in den nächsten Wochen nach dem Reifwerden der Früchte. Diese letztern behalten ihren stielartigen Träger meistens lange Zeit. Die Fruchtschale besteht aus zwei Schichten: die äussere *a* in Fig. 34 ist grünlich und löst sich, wenn die Früchte im Wasser liegen, früher oder später auf, ist aber bisweilen noch bei der Keimung vorhanden; die innere *b* ist schwarzbraun und holzig, sie ist bei verschiedenen Alterszuständen — das umschlossene Samenkorn kann dabei schon gleichmässig ausgereift sein — von verschiedener Festigkeit: sind die Früchte älter, so ist die Schale hart und spröde und leistet dem Messer bedeutenden Widerstand, während sie an jüngern noch ziemlich weich ist und sich leicht schneiden lässt*). Nach Entfernung oder Zerstörung der äussern Schicht der Fruchtschale erkennt man aussen auf der festen schwarzbraunen Schicht, an der Stelle, wo innen das Knöspchen und das Würzelchen des reifen Embryo liegt, eine durch eine deutliche Furche von den andern Theilen der Fruchtschale geschiedene Fläche; hier erfolgt, indem sich dieser Theil leicht trennt, das Hervortreten des Keimpflänzchens, und ich will diese Partie das Fruchtdeckelchen, *d* in Fig. 35 u. 36, nennen. — Die bei der Samenreife einfache, dünne Samenhaut Fig. 34 *c* ist weiss; die Stelle der Mikropyle (oberhalb der Radicula) ist auch an der Samenhaut noch deutlich zu erkennen, indem sie sich als ein kleiner bräunlicher Fleck bemerkbar macht. Der Zusammenhang des Samens mit der Fruchtschale ist ziemlich locker und eben nur auf den ursprünglichen Anheftungspunkt (hilum, *h* in Fig. 34) beschränkt, weshalb sich der Samen leicht herauslösen lässt.**) Die Hauptmasse des Samens bildet ein Auswuchs *A* auf der Grenze der Hauptwurzel *H* und des Kotyledons *k*; letzterer ruht mit seiner Rückseite in einer seichten Furche des Auswuchses, Fig. 37; in dem Auswuchse fand ich kein Gefässe, sondern nur grosszelliges, dicht mit zarten Stärkemehlkörnchen erfülltes Parenchym***). Dagegen gehen ganz deutliche Gefässe von dem aufwärts wachsenden Punctum vegetationis, dem der Kotyledon und die nachfolgenden Blätter (das Knöspchen) angehören, in das Punctum vegetationis der Hauptwurzel, die aufwärts gegen die noch kurze hypokotylische Achse gekrümmt ist, Fig. 34.

Bei der Keimung weicht das Fruchtdeckelchen dem auswachsenden Keimpflänzchen, bleibt aber mit seiner Basis oft noch länger mit der übrigen Fruchtschale in Verbindung, Fig. 38; die hypokotylische Achse streckt sich nach und nach, und die Hauptwurzel, welche am Grunde etwas anschwillt und sich namentlich hier dicht mit

---

*) Ich bemerke dies deshalb, weil man in der Beschaffenheit des Periearpiums einen Unterschied zwischen *R. brachypus* und *R. rostellata* glaubt gefunden zu haben. Nach einer in der citirten Flore de France von Hrn. Gay mitgetheilten Bemerkung finden sich bezüglich der Fruchtform von *R. rostellata* keine sicher unterscheidenden Merkmale zwischen ihr und *R. maritima*; jene Flora hebt aber ausser der Antherenform noch für *R. maritima* den in mehreren gedrängten Spiralwindungen sich rollenden gemeinsamen Fruchtstiel hervor; bei *R. rostellata* rollt er sich nicht.

**) Ueber die frühern Zustände des Embryo von *Ruppia rostellata* sehe man Herrn Dr. Hofmeister's Abhandlung über *Zostera* in der Berl. bot. Zeit. vom J. 1852.

***) Eine solche Anhäufung von Stärkemehl findet sich nirgends sonst bei *Ruppia*, indem es in dem Rindenparenchym der Achse sehr spärlich auftritt.

langen Papillen bedeckt, Fig. 40, wächst anfangs meistens noch eine Strecke aufwärts, Fig. 38 *H*, biegt sich aber dann nach unten, Fig. 39, oder seitwärts. Sie bleibt einfach und wird bald zerstört, und es bricht die schon frühzeitig angelegte erste Nebenwurzel dicht unterhalb der Insertion des Keimblattes, wohl immer seitlich von dessen Mediane, hervor, Fig. 39 und 41. Das Keimblatt *a* in Fig. 39 gleicht bis auf die weniger entwickelte, pfriemliche Lamina ganz den nachfolgenden Blättern; nur selten bleibt es, wie im Samenkorn, weisslich, gewöhnlich nimmt es bald eine schöne grüne Farbe an; seine Scheide ist gespalten, Fig. 41, und der eine Rand greift über den andern. Auch die squamulae intravaginales sind vorhanden. Die Achse, an deren unterstem Ende die Fruchtschale noch lange ansitzt *), legt sich horizontal, Fig. 42 und 43; ihre sämmtlichen Internodien strecken sich und bewurzeln sich, aus den Achseln der Laubblätter brechen Zweige hervor — aus der Achsel des Kotyledons sah ich keinen Zweig hervorgehen, und es scheint auch keine Knospe sich hier zu finden, — kurz, das junge Pflänzchen verhält sich ganz, wie die ältern Pflanzen, und kann auch wohl bald an Haupt- und Nebenachsen zur Blüthe kommen. Die Hauptachse hat, da auch das Keimblatt schon sehr vollkommen ist, gar kein Niederblatt. Es hängt das wohl damit zusammen, dass Ruppia keinen eigentlichen Stillstand in der Vegetation hat, sondern fast das ganze Jahr hindurch wächst; noch im November, wo bereits fast alle Pflanzen am Ufer des Salzbaches verblüht waren und fast nur noch *Thrincia hirta* ihre gelben Blüthen zeigte, vegetirte Ruppia nicht nur frendig, sondern blühte auch noch zusammen mit *Zanichellia*.

Zur Vergleichung habe ich ein Keimpflänzchen einer Potamogeton-Art auf Tab. I mitabgebildet, das ich im verwichenen Herbste in einem Teiche fand, in dem *P. natans* und *obtusifolius* zusammen wachsen; zu ersterem konnte das Pflänzchen nicht wohl gehören, da die anhängende Fruchtschale zu klein war; es war wohl also letztere Art, von welcher ich früher schon eine Abbildung gab (Flora l. l.), die aber in der Lithographie missrathen ist und auch manches undeutlich lässt. Ich bemerke vorweg, dass ich bei den Früchten aller von mir untersuchten Potamogeton-Arten das Fruchtdeckelchen fand; bei *P. crispus* erscheint es zwar äusserlich nicht deutlich, da die äussere und innere Schicht der Fruchtschale ziemlich stetig in einander übergehen; öffnet man aber die Fruchtschale, so erkennt man leicht auf deren Innenseite an der entsprechenden Stelle, auf der vom Blüthencentrum abgewendeten Seite des Früchtchens, auch hier das Deckelchen. Bei *Zanichellia*, wo die Früchtchen keinen Gegensatz zwischen einer weichern und verholzten Schicht in der Fruchtschale erkennen lassen, letztere vielmehr durchweg dünn und nur wenig verhärtet ist, sah ich zwar an der reifen Frucht keine deutlichen Grenzen für das Deckelchen, aber es reichte hier ein leichter Druck und ein ganz leichtes Zwängen mit einer feinen

*) Es ist dies auch bei *Cymodocea* der Fall, man sehe Caulini Phucagrostidum Theophrasti ἄνθησις, abgedruckt in Ustert Annal. der Bot. 11. St. Tab. IV. — Es ist, als ob *Cymodocea* eine Combination von *Ruppia* und *Zanichellia* wäre.

Nadel hin, um die Fruchtschale in zwei fast gleiche kahnförmige Hälften, die sich immer an einer und derselben Stelle und mit glatten Rändern von einander spalten, zu zerlegen; die eine dieser Hälften entspricht dem Fruchtdeckelchen von *Ruppia* und *Potamogeton*. Ich lege einiges Gewicht auf diese Beschaffenheit der Früchte bei den drei genannten Gattungen, weil man nur bei der südeuropäischen Potameen-Gattung *Althenia Petit* zu der Frucht zu bemerken pflegt, dass sie zwei ungleiche Klappen habe; es scheint mir, obschon ich leider keine Gelegenheit hatte, *Althenia filiformis (Zanichellia vaginalis Delile)* zu untersuchen, kaum zweifelhaft, dass die von mir bei *Potamogeton, Ruppia* und *Zanichellia* beschriebene Beschaffenheit der Fruchtschale ein vollständiges Analogon zur Fruchtbildung von *Althenia* abgiebt.

Die Fruchtschale der Keimpflanze, Fig. 17 und 26, sass, was vielleicht mehr zufällig war, noch auf der etwas verdickten Grenzstelle zwischen der Hauptwurzel und der hypokotylischen Achse an, liess sich aber leicht entfernen, wie sie denn auch zur Keimpflanze nicht mehr die ursprüngliche Lage hatte; die äussere Schicht der Fruchtschale war ganz aufgelöst. Das erste Blatt *a* oder der Kotyledon hatte eine verbreiterte vorn offene, mit dem einen Rande über den andern greifende von vier Nerven durchzogene Scheide, Fig. 18, und eine schmale pfriemliche Lamina; eine Stipula war nicht daran. Diese war bei dem zweiten, breiteren und längeren Blatte weit hinauf mit dessen Basis verwachsen, Fig. 17, 19 und 20, bei dem dritten war sie ganz getrennt, Fig. 21, und umschloss das noch ganz kleine vierte Blatt, Fig. 21 und 22. — Der erwähnte Wulst auf der Grenze zwischen der walzlichen hypokotylischen Achse und der Hauptwurzel neigte sich auf der der Rückseite des Keimblattes entsprechenden Hälfte etwas nach unten, Fig. 23., und war hier, Fig. 25 nach unten, etwas breiter und ausgeschweift; auf der unteren Fläche war er etwas ebener, als auf der oberen, wo er sich mehr kegelförmig erhob, um in die Achse überzugehen. In der Achse fanden sich deutliche Gefässe, welche, nur eine geringe Abweichung von der geraden Linie in dem erwähnten Wulste erleidend, sich direkt in die Hauptwurzel fortsetzten, Fig. 24. Die Hauptmasse der Achse, so wie der wulstigen Anschwellung war von weitzelligem, Stärkemehlkörnchen enthaltendem Parenchym gebildet. Dieser Wulst entspricht wohl der Basis der Achse des Embryo, indem die Hauptwurzel sich, wie es scheint, erst bei der Keimung entwickelt, wenn sie auch in der ersten Anlage schon früher vorhanden ist. Der Wulst möchte wohl, obschon er sich ringsherum gebildet, dem einseitigen Auswuchs bei *Ruppia* entspreechen, und beide Formen werden vielleicht durch *Cymodocea*, wo die Gefässbündel seitwärts schon tiefer hinab in dem Auswuchse verlaufen und durch *Posidonia* (man sehe die Abbildungen bei Adr. de Jussieu, mémoire sur les embryons monocot.), wo die Gefässbündel bereits mitten durch den starken Auswuchs verlaufen und die Hauptwurzel auch unten, wie bei *Potamogeton*, entspringt, verbunden.

Leider habe ich die Weiterbildung der Keimpflanzen von *Potamogeton* noch nicht beobachtet, hoffe dies aber später noch nachzuholen.

Die Keimpflanzen von *Zanichellia palustris*, von denen ich später Abbildungen

mittheilen will, stimmen mit der, die ich von *Potamogeton* beschrieb, in den Hauptpunkten überein. Die bald längere, bald kürzere dünne hypokotylische Achse bildet an ihrem untern Ende eine scheibenförmige Erweiterung, welche am Rande und besonders auf der Unterfläche sich, oft schon durch die vorhin erwähnten Spalten der Fruchtschale hindurch, wie auch die unten von der Mittelfläche der Scheibe ausgehende zarte Hauptwurzel, die anfangs als eine ganz kleine halbkugelige Warze erscheint, mit verhältnissmässig langen Saughärchen bedeckt *). Das Keimblatt, über dessen Insertion sich auch die *squamulae intravaginales* finden, besitzt eine röhrige, geschlossene, in die pfriemenförmige Lamina, die anfangs weiss, später grün ist, übergehende Scheide, aus deren Mündung bald das folgende, mit einer von der Lamina losgetrennten röhrigen Stipula versehene Laubblatt hervortritt. In der Achsel dieses ersten Laubblattes, dessen Internodium sich bald streckt, steht eine kräftige Knospe, an der alle Theile, wie sie an den Knospen älterer Exemplare auftreten, zu erkennen waren; zwar sah ich sie, da mir die Keimpflanzen in dem Zimmer bis jetzt immer wieder eingingen, wenn sie das zweite oder dritte Laubblatt getrieben hatte, noch nicht auswachsen; allein ich zweifle nicht, dass dies in der freien Natur bald geschieht, und dass mit dem Auswachsen dieser Knospe (die also der Hauptknospe der spätern Pflanzen entspräche) die oben beschriebene normale Verzweigung eingeleitet wird. Das Keimblatt würde dann dem sterilen Vorblatte der späteren Verzweigungen entsprechen, wenn es auch nach seiner ganzen Bildung vollkommner als dieses ist. Wahrscheinlich ist es bei den Keimpflanzen der Potamogeton-Arten ebenso. Die Hauptwurzel ist bei *Zanichellia* von kurzer Dauer; sowohl unter dem Keimblatte, als unter den nachfolgenden Laubblättern treten früh schon Nebenwurzeln hervor.

Ich unterlasse absichtlich eine vergleichende Zusammenstellung der Resultate, die sich aus den bisherigen Mittheilungen auch für die Systematik der Potameen ergeben könnten, indem ich es für zweckmässig halte, sie für die Zeit zu verschieben, wo ich noch andere Potamogeton-Arten untersucht haben werde. Ich bin aber schon jetzt überzeugt, dass eine nähere Bekanntschaft mit dem Verhalten der vegetativen Organe auch zu einer natürlichen Anordnung der zahlreichen Arten der zuletzt genannten Gattung mancherlei Material liefern wird. Das natürliche System, gegründet auf eine allseitige Betrachtung der Pflanzen, muss auch, wenn es seinem Grundsatz nicht untreu werden und auf halbem Wege stehen bleiben will, die Anordnung der Arten auf eine wo möglich allseitige, „Beides Wurzel und Reis," wie es bei Wolfram von Eschenbach heisst, umfassende Betrachtung gründen.

*) Es scheint, nach der Entwicklung der Papillen zu urtheilen, der etwas schiefe scheibenförmige Wulst auch physiologisch sich zwischen der Natur der Achse und der Wurzel zu theilen. Jene Papillen fehlen übrigens wohl auch bei den Keimpflanzen von Potamogeton nicht; an der oben beschriebenen habe ich auf diesen Umstand nicht geachtet.

Erklärung der Abbildungen.

Tab. I.

Figur 1—16.

Potamogeton natans.

Figur 1. Ein Stück einer unterirdischen horizontalen Achse, natürliche Grösse; sie ist in der Abbildung an der einen Seite etwas abwärts gebogen. Die Entfernung von der ältern abgebildeten Generation, die mit I bezeichnet wurde und der in der Wirklichkeit noch mehrere andere vorausgegangen waren, bis zu der im Auswachsen begriffenen mit II bezeichneten, ist richtig eingehalten worden; aber es fanden sich zwischen I und II noch einige Generationen, welche die Zwischenstufen zwischen beiden in der Entwicklung bildeten. Sie wurden, weil sonst die Tafel mehr als doppelt grösser geworden wäre, nicht mitgezeichnet und wären bei *x* einzuschalten gewesen. An vielen Blattknoten, wo die Niederblätter anfingen sich aufzulösen oder es schon theilweise waren, ist hier wie auf den andern Tafeln nur die Insertion der letzteren gezeichnet. *a*, *b* u. s. f. bezeichnen hier und auf den andern Tafeln die Reihenfolge der Blätter, und diese Bezeichnungen kehren an den verschiedenen Sprossen, die durch römische Zahlen bezeichnet sind, wieder. Der Laubstengel von I ist oben abgeschnitten; die Blätter *d* und *e* sind noch Niederblätter, ohne Stipula, an *f* ist sie noch vorhanden und mit *st* bezeichnet. II^a ist der Reservespross der Generation I; er hatte auch einen Laubstengel, welcher oben abgeschnitten ist; mit III^a ist der Haupt-, mit III^b der Reservespross von II^a bezeichnet; der Hauptspross von III^a ist schon etwas ausgewachsen IV^a, der entsprechende Reservespross noch nicht. II^a lag übrigens horizontal im Boden, ist aber in die Höhe gerichtet mit allen seinen Verzweigungen, um die einzelnen Theile besser erkennen zu lassen. — III ist der Hauptspross, aus der Achsel von *b* der Generation II. — Figur 2. Das Blatt *a* der Generation III in Fig. 1 ausgebreitet. — Fig. 3. Das Ende der Generation III von oben gesehen, etwas vergrössert; — Fig. 4. Dasselbe nach Wegnahme von *b* von der Seite, vergr. In der Achsel von *b* steht der neue Hauptspross oder die Generation IV; — Fig. 5. Derselbe von vorne, — Fig. 6. Derselbe nach Wegnahme des dritten Blattes *c*, man sieht über *c* die in seiner Achsel stehende Reserveknospe. — Figur 7. Das Blatt *d* entfernt, über seiner Insertion stehen die squamulae intravaginales, es ist ohne Knospe; das Blatt *e* mit seinen gespaltenen Rändern; der rechte greift über den linken; stärker vergr. — Figur 8. Die Reserveknospe in der Achsel von *c* aus Fig. 6 stärker vergrössert, darüber sieht man die Insertion von *d*, natürlich aber von der Seite, die der in Fig. 7 dargestellten entgegengesetzt ist. — Figur 9. Der junge Hauptspross aus der Achsel des zweiten Blattes des in Figur 5 über *b* sichtbaren Hauptsprosses, vergrössert; aus jenem wäre also die Generation V geworden; sein erstes Blatt hat vorn einen noch weiten Spalt. — Figur 10 stellt eine Partie von Fig. 1 dar, nämlich ein Stückchen von II unterhalb des Blattes *b*, das wegpräparirt wurde, und ein Stückchen von III. In Fig. 1 liegen II und III wagerecht, hier sind sie aufrecht gestellt, so dass der Theil von II, der in Fig. 1 über III aufstrebt, hier vor III steht; *c* an II in Fig. 1 ist hier weggenommen, um die Reserveknospe, die in seiner Achsel steht, zu zeigen. Die Nebenwurzeln unterhalb *b* sind durch Kreise

angedeutet, wie auch zum Theil in Fig. 1. — Figur 11. Ausser *c* ist von II in Fig. 10 auch noch das vierte Blatt *d* und das fünfte *e*, in dessen Achsel wieder ein Knöspchen steht, weggenommen, *f* erstes Phyllodium, *st* dessen Stipula, *g* Spitze des zweiten Phyllodiums; nat. Grösse. — Figur 12. Dieselbe Partie mit Hinzunahme der Insertion von *b*, vergrössert, um die seitliche Stellung des Knöspchens über *e* von dem über *c* deutlicher zu zeigen; — Fig. 13. Das Knöspchen über *e* isolirt und stärker vergrössert, der linke Rand seines ersten Niederblattes greift über den rechten. — Fig. 14 giebt eine Seitenansicht von der Hauptknospe über *b* und der Reserveknospe über *c*, über welchen die Spitze der Abstammungsachse sich erhebt, die auch im Knospenzustande sich befindet, nach Wegnahme beider Blätter *b* und *c*, vergrössert. Die Zustände entsprechen denen in Fig. 4—6. Die squamulae intravaginales sind hier, wie in andern Figuren nicht mitgezeichnet. — Figur 15. Spätere Zustände derselben Partie aus einer andern Generation; Abstammungsachse und Hauptspross, der hier rechts, Fig. 14 links vom Betrachter gezeichnet ist, sind schon völlig ausgewachsen, der Reservespross über *c* ist noch im Knospenzustande; in der Wirklichkeit lag natürlich der Hauptspross schon wagerecht, wie III in Fig. 1. — Figur 16, vergrösserter Querschnitt durch die Lamina eines noch in der Knospe befindlichen vollkommenen Laubblattes; die Windungen sind oft lockerer.

Figur 17 — 26.

Keimpflanze wahrscheinlich von Pot. obtusifolius und deren Theile,

mehrmals vergrössert. Anfangs October.

Figur 17. Totalansicht: *a* Keimblatt, *b*, *c* folgende Blätter; Fig. 18 ein Theil der Scheide des Keimblattes ausgebreitet; Fig. 19, Theil des zweiten Blattes, wo seine Stipula oder Ligula abgeht, von der Seite; Fig. 20 dasselbe von der Seite der freien Ränder der Stipula. — Fig. 21. Basis des dritten Blattes *c* mit der freien, abgebogenen Stipula, die das vierte Blatt *d* umfasst; Fig. 22. Diese Stipula von vorn; in Fig. 20 greift der rechte, hier der linke Rand über. — Fig. 23. Achse unter *a* mit einem Theile der Hauptwurzel *H*. — Fig. 24. Ein Theil dieser hypokotylischen Achse und der Hauptwurzel senkrecht durchschnitten; — Fig. 25. Die verbreiterte Basis der hypokotylischen Achse von unten, mehr vergrössert; die Hauptwurzel abgeschnitten. — Fig. 26. Die harte Fruchtschale isolirt; *d* das Deckelchen, an seiner Spitze ist der Rest eines Gefässbündels nach Auflösung der weichern Fruchtschicht stehen geblieben.

Figur 27 — 43.

Ruppia rostellata

im Spätherbst 1857.

Figur 27. Ein horizontales Endstück einer kräftigen Pflanze, natürliche Grösse, *a* — *f* sechs Blätter, deren Internodien schon entwickelt sind, das unter *f* hat sich noch nicht horizontal niedergelegt. Unter *a*, *c*, *e* steht die Wurzel rechts, unter *b*, *d*, *f* links; *f* würde sich später so gebogen haben, wie *b* und *d*; *g* und *h* sind noch von *f* umschlossen. *v* Vorblatt, *α* erstes Laubblatt der Achselsprosse. — Figur 28. Endtrieb einer kräftigen Pflanze, vergrössert; bei *a* ist ein Laubblatt weggenommen, *s* eine squamula intravag., *b* und *c* die folgenden Blätter, deren Scheiden etwas verkürzt gezeichnet; unter *a* sieht man die Stelle, wo die Nebenwurzel hervorbrechen will *N*, ebenso unter *b* bei *n*. *a* hat einen jungen Achselspross, dessen Vorblatt wegpräparirt ist, so dass nur die Insertionslinie ganz unten sichtbar ist; unter dem ersten Laubblatte erkennt man bei *n* die erste Andeutung der Nebenwurzel. — Figur 29. Inflorescenz *J* an der Spitze einer horizontalen, am Boden festgewurzelten Achse: *a* unteres, *b* oberes (abgeschnittenes) Blüthenscheidenblatt: *a* hat die Wurzel rechts, wie auch das erste Laubblatt seines Achselsprosses; der stärkere Spross in der Achsel von *b* hatte unterhalb seines ersten Laubblattes, das sich noch nicht aufwärts gekrümmt, die Wurzel links, ebenso wars an dessen Achselspross. (Die Ursprungsstellen der Wurzeln sind in der Lithographie etwas zuweit von den Blattinsertionen entfernt gezeichnet.) Die Achselsprosse von *a* und *b* sind nur zu einem kleinen Theil gezeichnet. Die Alternation in

der Wurzelstellung setzte sich auch in den folgenden Blättern beider Sprosse fort. — Figur 30. Basaltheile zweier Laubblätter, vergrössert, das untere umfasst das obere noch mit der Scheide, *n* Nebenwurzel noch von der Coleorrhiza bedeckt. — Figur 31. Junger Achselspross, sein Mutterblatt *m* ist weggenommen; es hatte die Nebenwurzel *n*, die auch noch von der Coleorrhiza bedeckt ist, rechts, während sie an dem folgenden Blatte, dessen Insertionslinie mit *i* bezeichnet ist, links stand: *v* Vorblatt, *l* erstes Laubblatt des Achselsprosses, *s* squam. intravaginal. von *m*. — Figur 32. Vergrösserter Querschnitt durch einen Blattknoten mit zwei, noch von der Coleorrhiza bedeckten Nebenwurzeln: bei *a* gehen die Gefässbündel zu dem Blatte ab. — Figur 33. Eine squamula intravaginalis und zwar eine grössere, stark vergrössert. — Figur 34. Senkrechter Durchschnitt durch eine reife Frucht, stark vergrössert. Vom Stiele ist nur ein Stück mitgezeichnet. Innerhalb der Scheidenhöhle des Kotyledons *k* sieht man das Knöspchen. cf. §. 43. Figur 35. Ansicht der harten Fruchtschale von der Rückenfläche des Deckelchens *d*, — Figur 36, dieselbe von der Seite, mehrmals vergrössert. — Figur 37. Der reife Embryo aus der Frucht genommen, mehrmals vergrössert, schief seitwärts betrachtet, damit man die Lage der kegelförmigen Hauptwurzel *H* zu dem Kotyledon *a* erkennt. — Fig. 38. Anfang der Keimung, vergrössert. — Figur 39. Aelteres Keimpflänzchen, *F* anhaftende Fruchtschale. — Figur 40. Basis der Keimpflanze aus der Fruchtschale herausgenommen, die hypokotylische Achse *St.* und die Hauptwurzel *H* sind bis auf ein kleines Stück weggeschnitten. — Figur 41. Basis des Kotyledons von der Vorderseite, *n* erste Andeutung zur ersten Nebenwurzel. — Fig. 42. Eine weiter ausgewachsene Keimpflanze, natürliche Grösse, *b—f* ihre Laubblätter, *v* und *α* wie in Fig. 27. — Figur 43. Hintere oder untere Partie aus Fig. 42, vergrössert, die Fruchtschale, ohne Deckelchen, haftet noch am Ende; bei *H* war die Hauptwurzel, vielleicht nur zufällig, zerstört. Auch der Kotyledon war zerstört, seine Insertion bei *a* aber noch deutlich. Die Stellung seiner Nebenwurzel zu der des zweiten war durch Verkrümmung der Achse gestört. Der Achselspross von *c* ist nicht mitgezeichnet.

Tab. II.

Figur 1 — 21.

Potamogeton lucens.

Figur 1. Der vorderste und jüngste Theil einer unterirdischen Achse im Herbstzustande, Ende October herausgegraben, in natürlicher Grösse. Die ältern zum Theil zu Laubstengeln, die in der Zersetzung begriffen waren, ausgewachsenen Generationen wurden nicht mitgezeichnet, so dass also die Bezeichnung I—IV nur eine relative ist. Bezeichnung wie bei *P. natans.* — Figur 2. Ein Theil der Generation III etwas vergrössert, von der Seite der Mediane des weggenommenen Blattes *b*, über welchem auch der Hauptspross IV weggeschnitten wurde. Die squamulae intravag. sind hier, wie auch oft in andern Fällen nicht mitgezeichnet. — Fig. 3. Ein Theil derselben Generation von der Mediane-Seite des weggenommenen dritten Blattes *c*. — Fig. 4. Die Knospe des Reservesprosses, über *c*, isolirt und mehr vergrössert als in Fig. 3. — Fig. 5 wie Fig. 2, aber *d* ist weggenommen. — Figur 6 wie Fig. 3, nach Wegnahme von *e*. — Figur 7 wie Fig. 2, *f* weggenommen. Da in dieser Figur genau dieselbe Stellung, wie in Figur 2 eingehalten wurde, so erkennt man schon an der Stellung von *g* (*st* dessen Stipula) die veränderte Blattstellung, denn bei genauer $^1/_2$ Divergenz würde von dem Stiele oder Mitteltheile des Blattes in der Figur nichts zu sehen sein, da er dann von der Stipula unten verdeckt wäre. — Fig. 8. *g* von der Vorderseite seiner Stipula, stärker vergrössert. — Fig. 9. Das achte Blatt von der Seite, vergrössert, zwischen der Lamina und der von ihr abgebogenen Stipula *st* finden sich oben auseinander gezogene Klümpchen von Gallerte. — Fig. 10. Die Lamina desselben Blattes von der Oberfläche, die Ränder *r*, von denen der rechte länger ist als der linke, sind noch eingerollt. — Fig. 11. Das neunte Blatt, dessen Ränder ebenso beschaffen sind. — Fig. 12. Die Generation IV aus Figur 1 von der Unterseite und aufrecht gestellt gezeichnet, nach Wegnahme des ersten und zweiten Niederblattes; über letzterm die Knospe des nächsten Hauptsprosses oder der Generation V.

Figur 13. Die Spitze von der vorhergehenden Figur von der Seite des dritten Blattes *c*, über dem die Knospe *k* des Reservesprosses sichtbar ist; *s* squamulae, etwas stärker als Fig. 12 vergrössert. — Figur 14. Senkrechter Durchschnitt durch die Haupt- und Reserveknospe in Fig. 12 und 13 und einen Theil von deren Mutterachse; in der Achsel des zweiten Blattes des Hauptsprosses V, das auch mit *b* bezeichnet ist, erkennt man den neuen Hauptspross; man erkennt leicht die Theilung des Vegetationspunktes zum Behufe der Hervorbringung der verschiedenen Sprosse. Zwischen dem obern schlankern Theile des Sprosses IV und dem Sprosse V ist der Rest der Basis des Blattes *c*, in dessen Achsel links das Reserveknöspchen steht, stehen gelassen, unterhalb *c* links erkennt man den Rest von der Scheidenseite des Blattes *b*. — Figur 15. Theil einer andern Pflanze mit zwei Generationen, deren liegende Internodien kurz und knollig erscheinen. — Figur 16. Letzte im Herbst hervorgesprosste Generation einer andern Pflanze. — Figur 17. Deren in Fig. 16 noch von dem Mutterblatte *b* verdeckte nächste Generation nach Entfernung des Mutterblattes, vergrössert. — Figur 18. Knospenlage des sechsten bis zwölften Blattes *(f—m)*; die absolute Lage der Theile war so, wie sie in Fig. 7 war; indem *f* etwas nach links, *g* mehr nach rechts fällt. Die Lage der Theile zu einander, die getrennter von einander, als sie es in der Wirklichkeit sind, gezeichnet wurden, ist möglichst genau: *l* fällt ziemlich genau vor *f*, *m* vor *g*, bei *l* und *m* ist nur die Blattspitze deren Lamina noch nicht entwickelt war, und nicht wie bei *g—k* die Stipula, getroffen. — Figur 19 natürliche Grösse und Fig. 20, Spitze von Fig. 19 vergrössert, cf. §. 15. — Fig. 21. Etwas vergrösserter Querschnitt durch die verdünnte Stelle dicht unterhalb des ersten Blattes einer jüngern Generation; man sieht unten mehrere Nebenwurzeln im Parenchym liegen.

Figur 22—37.

Potamogeton crispus.

Figur 22. Die letzten Generationen einer kräftigen Pflanze, Anfangs November; vor der ersten abgebildeten Generation I, deren Stengel noch nicht ganz ausgewachsen ist, waren noch sehr viele Generationen vorhanden. — Fig. 23. Die dritte Generation der vorigen Figur, von der Seite und aufrecht gestellt, nach Wegnahme der Mutterblätter *b* und *c* des Haupt- und Reservesprosses. Figur 24. Der Hauptspross von vorn, mit der Insertion seines Mutterblattes, etwas stärker vergrössert; *st* Stipula des dritten Blattes *c*. — Figur 25. Die Knospe des Reservesprosses aus Fig. 23, von vorn, vergrössert. — Figur 26—28. Die drei ersten Blätter einer Generation, 27 und 28 etwas vergrössert. — Figur 29 natürliche Grösse, vergl. §. 19. — Figur 30. Ein hornig gewordener Zweig, natürliche Grösse. — Fig. 31. Ein Blatt desselben von oben, etwas vergrössert. — Figur 32. Achselknospe eines solchen Zweiges, nach Wegnahme des untersten Blattes *a*, vergrössert; *n* Nebenwurzel unterhalb der Insertion des zweiten Blattes, das dem Betrachter die Rückenfläche zukehrt. — Figur 33. Dieselbe Knospe nach Wegnahme auch des zweiten Niederblattes, in dessen Achsel das oft zum Anfange eines Sympodium werdende Knöspchen, *c* drittes Blatt, *st* dessen Stipula. — Figur 34. Etwas vergrösserter Querschnitt durch die Achse eines verhornten Zweiges. — Figur 35. Vergrösserter Querschnitt durch ein verhorntes Blatt. — Figur 36. Eine Partie eines solchen Blattes, stark vergrössert; bei *b* zeigt sich eine aus zarterem Parenchym gebildete Querwand eines Luftkanals, bei *a* ein solcher Kanal an einer Stelle, wo keine Querwand war; 36*b* verschiedene Stärkekörner aus einem solchen Blatte, bei einer ungefähr 200maligen Vergrösserung gezeichnet; die Linien sind in der Lithographie nicht zart genug. — Fig. 37. Oberer Theil einer squamula intravaginalis stark vergr.

Figur 38—46.

Zanichellia palustris

im Spätherbst.

Figur 38. Ende einer Achse mit mehrern Generationen; I und II oben abgeschnitten, natürliche Grösse, cf. §. 36. — Figur 39. Blattknoten von der Seite des Blattes *B*, die Nebenwurzel *N*

noch von der Oberhaut der Achse oder der Coleorrhiza überzogen — Figur 40. Derselbe Blattknoten von der andern Seite, vergrössert. — Figur 41 und 42. Zwei verschiedene Blattknoten von der Rückseite der Blätter *B*: *v* die scheidige Stipula des Blattes. — Figur 43—46 cf. §. 36. — In Fig. 43 ist an der Generation III unterhalb *d* die äussere Linie zu entfernen.

Figur 47. Ein Trieb von *Pot. obtusifolius*, Anfangs November; die abgebogenen Blätter zum Theil zerstört oder im Absterben begriffen. Natürliche Grösse.

Tab. III.

Potamogeton pectinatus.

Figur 1. Ein Exemplar im Anfange des November aus dem Wasser geholt, die letzten Generationen sind des Raumes willen umgebogen, und die Reservesprosse, die wagerecht sich ausbreiteten, sind in die Höhe gerichtet, natürliche Grösse. Die ältern Generationen waren zerstört; der horizontale Theil der Generation I war hinten abgestorben, ihr fluthender Theil ist über der Insertion des Blattes *d* abgeschnitten; übrigens Bezeichnung wie Fig. 1 auf Tab. I. An IV^a (über Fig. 30 links, irrthümlich in der Lithographie mit II^a bezeichnet) und IV^b waren Knollen entwickelt, die nicht mitgezeichnet wurden; in der Achsel von *e* stand ein Dichasium, in der Achsel von *e* an II^a stand ein Zweig mit knolligen Gliedern; die zweite knollige Generation ist nicht mitgezeichnet. — An der Generation II war aus der Achsel von *e* eine horizontale Achse, deren Laubstengel wieder mit I und deren fernere Generationen wieder mit II—IV bezeichnet sind, hervorgegangen: der Laubstengel I rechts neben II, der ihre Fortsetzung bildete, ist abgeschnitten; der Hauptspross II endigte mit verkümmertem Terminaltrieb, III und IV mit Knollen; der Reservespross von I ist auch hier mit II^a bezeichnet, er hat eine Knolle wie auch III_a; der Achselspross aus der Achsel von *f* brachte eine Knolle, er ist abgeschnitten; aus der Achsel von *g* brach ein Laubzweig hervor, aus dem zweiten Niederblatte desselben ein Sympodium von zwei Knollen. — An der Generation III (unten am Grunde neben II) waren die Blätter *c*—*f* noch vorhanden, während die der Generation I und II zum grössten Theil zerstört und deshalb gänzlich in der Zeichnung weggelassen wurden. Der Reservespross III^a (rechts an Fig. 29 emporsteigend) hatte wieder mehrere Sprosse mit Knollen in den Achseln von *b*—*d*. — Die Generation IV endete mit verkümmertem Endtrieb; der Reservespross IV^a desgleichen; V^a und VI^a, die zum Theil weggeschnitten, hatten Knollen. — Die Generationen V—VII haben Knollen. — Figur 2. Ein Stück der Generation IV und V der vorigen Figur, etwas vergrössert. — Figur 3. Der Endtrieb von IV in voriger Figur stärker vergrössert, von der Seite, wo das Blatt *c* stand. — Figur 4. Etwas vergrössertes Stück des Reservesprosses IV^a in Fig. 1 (in der Abbildung über dem unternIV). — Figur 5. Eine Partie der vorigen Figur aufrecht gestellt, von der Seite des Blattes *c*; V^b ist dessen Achselknospe, aus der ein Reservespross geworden wäre, wenn sie ausgewachsen wäre. — Figur 6. Ueber diese und über Fig. 2—5 cf. §. 24. — Figur 7. Oberer Theil eines zartem fluthenden Zweiges: die mitgezeichneten Blattinsertionen sind mit *a*—*e* bezeichnet, die Blätter selbst wurden entfernt; aus der Achsel von *a* brach ein Zweiglein I, aus der Achsel des zweiten Niederblattes von I ging II hervor, von II stammt ebenso III, von diesem IV ab; die Achsel von *b* hat einen Laubzweig producirt, aus der Achsel seines fünften Blattes ist erst ein Spross mit schlanken Internodien I und von diesem ein Spross mit Knolle II hervorgebrochen; die Achseln von *c*—*e* hatten einen dünnen Zweig I, von dem ein knolliger Spross II abstammt. — Figur 8. Theil eines Stengels oder Zweiges I, aus dessen oberster mitgezeichneten Blattachsel der Zweig II hervorging, von II stammt III, von diesen IV, von IV endlich V ab; diese Abstammung zeigt Figur 9, wo das oberste Stück von I und die Basis von II—IV aus der vorigen Figur vergrössert dargestellt sind: *a*, *b* bezeichnen die Insertionen der beiden Niederblätter von II und III, an IV ist nur die Insertion des ersten Niederblattes sichtbar, da *b* (cf. Fig. 8) an die Knolle angerückt ist. — Figur 10. Vergrösserte Knolle des Sprosses IV aus Fig. 8 nach Wegnahme der Blätter *b* und *c*, über *b* ist der Spross V abgeschnitten, über *c* sieht man ein kleines, am folgenden Internodium hinaufgerücktes Reserveknöspchen. — Figur 11. Ein schlanker Stengel, zwischen dem fünften und sechsten

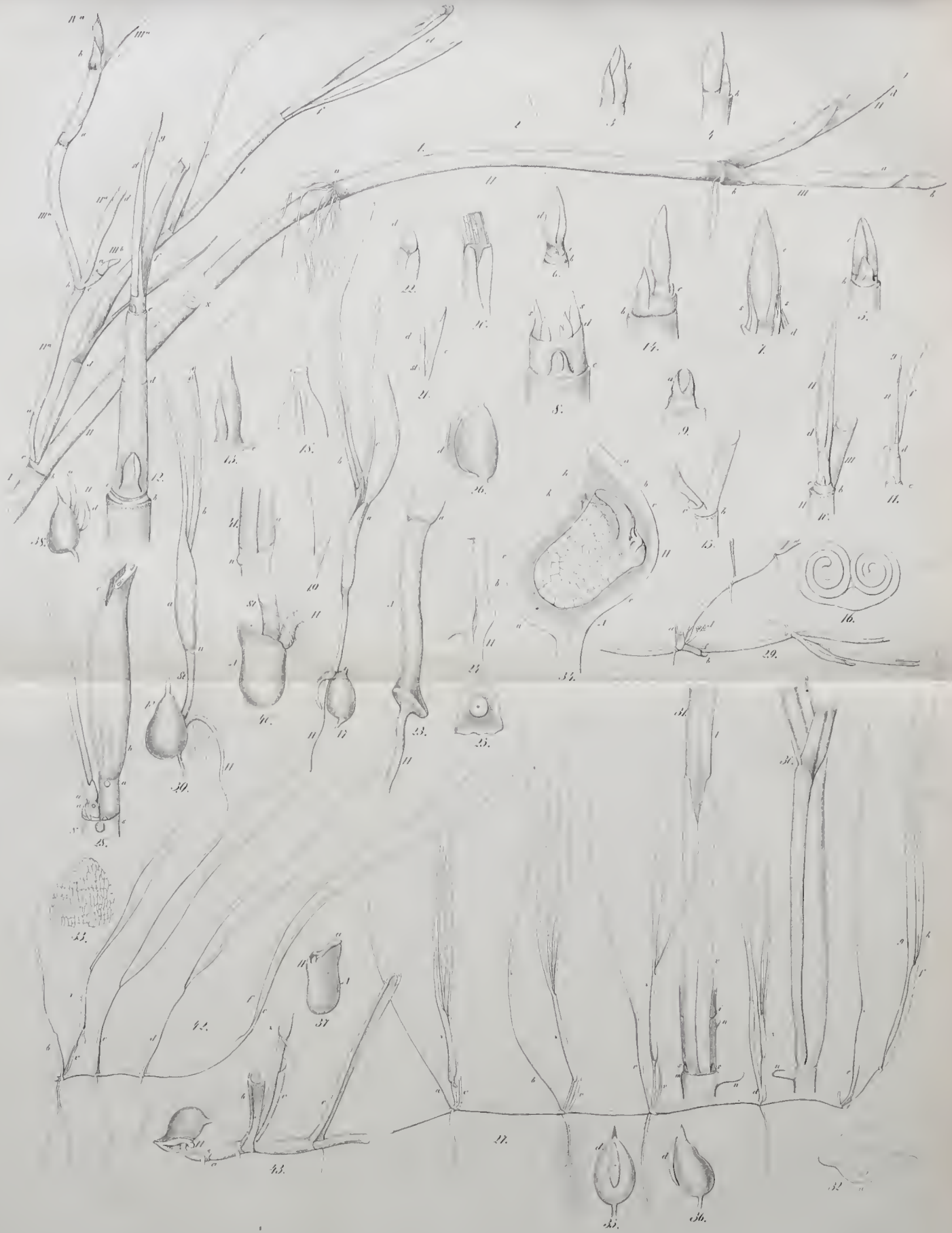
Blatte, die weggenommen sind, hatte das Internodium sich verkürzt; der Zweig (II) der untern Blattachsel zeigte die Anfänge der Knollenbildung, der obere II^a war ein gewöhnlicher Laubzweig; *d* ist das vierte Blatt des Stengels I. — Figur 12 ist der knollig werdende untere Zweig der vorigen Figur, vergrössert: er besteht aus zwei Generationen. — Figur 13. Derselbe nach Wegnahme der Blätter *b* und *c* an II und der Blätter *a*, *b* (über *b* ist die neue Generation IV) an III; über *c* an II ist das Reserveknöspchen von der Seite zu sehen. Ueber *a*, *b* und *c* sieht man die squamulae intravaginales. — Figur 14. Walzliche Knollen, natürliche Grösse. — Figur 15. Eine schwächere Knolle vergrössert, nach Wegnahme des Blattes *b* an ihrer Basis. — Figur 16. Dieselbe, *c* und *d* weggenommen, *k* Reserveknöspchen von der Seite. Figur 17. Dasselbe von vorn, stärker vergrössert. — Figur 18. Wie Fig. 16, aber *e* und *f* weggenommen und das Ganze stärker vergrössert; *g* — *i* folgende Laubblätter. — Figur 19. Längsdurchschnitt durch eine Knolle ohne Reserveknospe, etwas vergrössert; die Grundtheile der Blätter sind stehen geblieben. — Figur 20. Desgleichen durch zwei knollig gewordene Generationen; die Knollen waren kleiner, die ältere hatte über *c* eine Reserveknospe *k*. — Figur 21. Querdurchschnitt durch eine kleine Knolle, etwas vergrössert, die Insertionslinie von *c* ist getroffen; oben sind Gefässe sichtbar, die zu der Knolle selbst, unten die, welche zur nächstfolgenden Generation gehören. — Figur 22. Ein kleines Stück aus dem Rindenparenchym einer Knolle, bei ungefähr 100maliger Vergrösserung. — Figur 23. Stärkemehlkörner bei ungefähr 400maliger Vergrösserung gezeichnet. — Figur 24. Dergleichen von *Pot. lucens*. — Figur 25. Dergleichen von *Potamog. natans*, zum Theil auseinandergefallene Doppelkörner. — Figur 26. Querdurchschnitt durch das oberste Nieder- und die Spitzen der vier nachfolgenden Laubblätter eines Endtriebes einer Knolle, etwas vergrössert. — Figur 27. Ein Stückchen von dem Rande einer squamula intravaginalis, stark vergrössert. — Figur 28. Querschnitt durch die Lamina eines ältern Blattes. — Figur 29. Sympodium in der Blattachsel eines Laubzweiges I, das aus 4 Sprossen II—V gebildet war, im August: *a*, *b* bezeichnen die zu jedem Zweige von II an, gehörigen Niederblätter, von denen jenes vor der Abstammungsachse, dieses vor dem Mutterblatte des betreffenden Zweiges stand; sie sind bis auf *b*, das zu IV gehört, weggenommen. V war noch im Knospenzustande und ist von den beiden Niederblättern gebildet. Möglicherweise hätte sich aus der zweiten Blattachsel von V eine neue Generation, die knollig geworden wäre, bilden können. Vergrössert. — Figur 30. Knospe aus der Achsel des siebenten Blattes *g* einer Generation, *s* dessen squamulae intravaginales; *a* erstes, *b* zweites Niederblatt. Vergrössert.

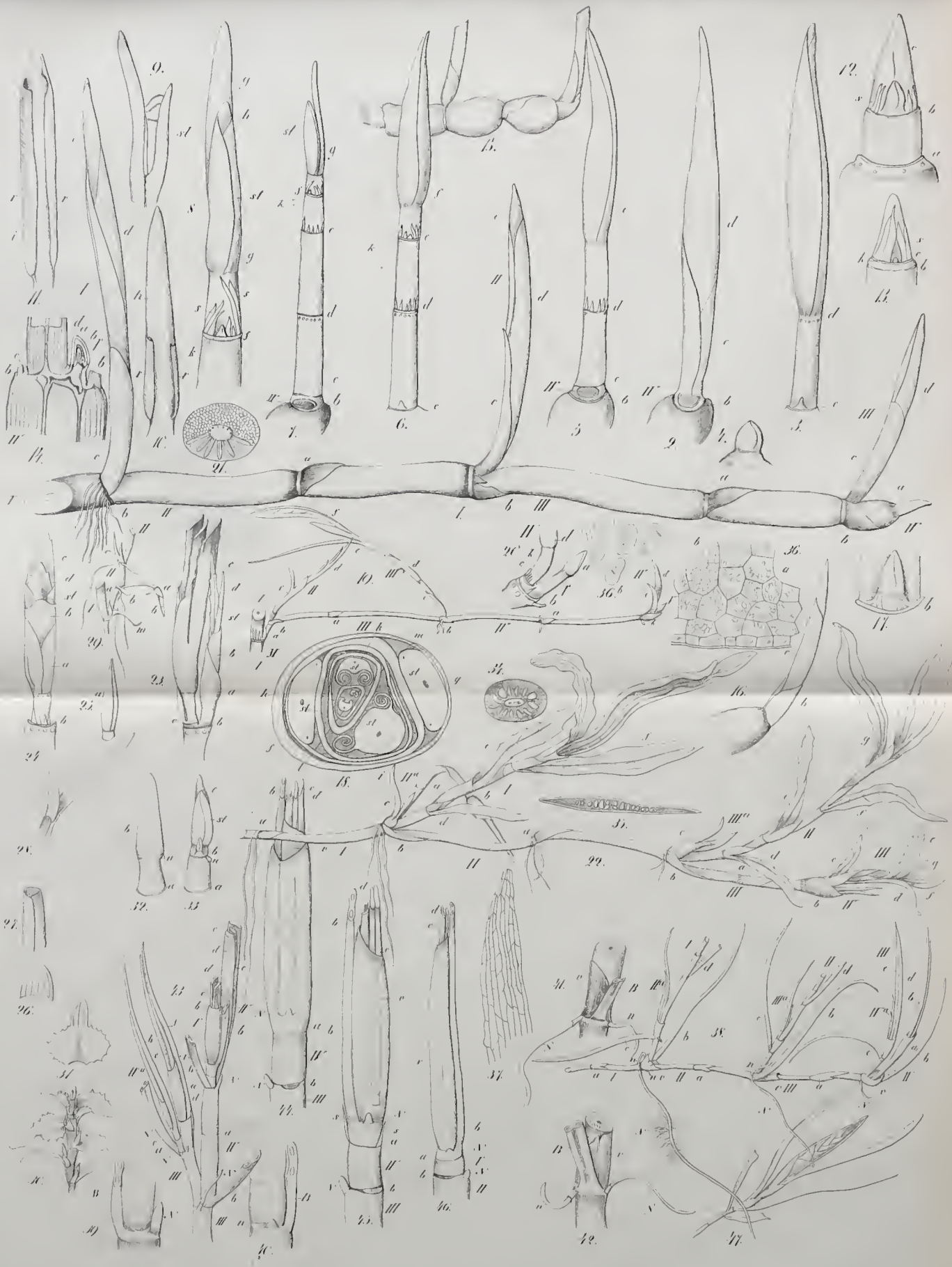
Berichtigungen.

S. 8 Z. 21 v. o. statt *den* l. *dem*.
— 9 — 9 v. o. statt *des* Herrn Br. l. *der* Herrn Br.
— 15 — 3 v. o. statt *gallertartartige* l. *gallertartige*.
— 17 — 7 v. o. statt *mindesten* l. *mindestens*.
— 18 — 2 v. o. statt *Lage* l. *Lage*.
— 19 — 20 v. u. statt *als* l. *oder*.
— 22 zu Anmerkung 2: *Oft ist auch erst das dritte Blatt das Mutterblatt des auswachsenden Sprosses*.

S. 24 Z. 8 v. u. ist das Wort: *häutigen*, zu streichen.
S. 28 Z. 10 v. u. ist zu streichen: *unversehrt*.
— 30 — 10 v. u. statt *Erscheinungen* l. *Veränderungen*.
— 34 — 19 v. u. statt *enthält* l. *enthalten*.
— — — 12 v. u. statt *Gefässenbündel* l. *Gefässbündel*.
— 40 — 13 v. o. statt *zweiten* l. *ersten Laubblattes*.
— — — 7 v. u nach *nun* einzuschalten: *in Fig. 44*.
— 41 Z. 8 v. u. statt *Blattsellung* l. *Blattstellung*.

Druck von W. Plötz in Halle.





BEITRÄGE

ZUR

KENNTNISS

DER

GATTUNG NAJAS L.

BOTANISCHE INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG

DER DOCTORWÜRDE IN DER PHILOSOPHIE

VORGELEGT DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT DER FRIEDRICH-WILHELMS UNIVERSITÄT

ZU BERLIN

ZU VERTHEIDIGEN AM 19. MAI 1870

VON

P. MAGNUS

AUS BERLIN.

OPPONENTEN:

E. LOEW, DR. PHIL.

E. KOEHNE, DR. PHIL.

H. VOECHTING, STUD. PHIL.

BERLIN.

DRUCK VON GEORG REIMER.

1870.

Vorliegender Abdruck bildet den ersten Theil meiner Abhandlung „Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Najas* L.“, mit 6 Tafeln, welche demnächst im Verlage von Georg Reimer in Berlin erscheinen wird.

SEINEM

HOCHVEREHRTEN LEHRER

HERRN Dr. ALEXANDER BRAUN

PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT ZU BERLIN ETC. ETC.

IN

INNIGSTER DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

HISTORISCHE EINLEITUNG.

Die erste wirklich wissenschaftliche Beschreibung von *Najas* verdanken wir dem Pariser Botaniker Vaillant, der sie in den „Mémoires de Mathématique et de Physique de l'Académie Royale des sciences de 1719“ unter dem Namen „*Fluvialis*“ beschreibt und eine ganz hübsche Abbildung Pl. I. Fig. 2 dazu giebt. Er unterscheidet schon ganz richtig die männlichen und weiblichen Blüthen. Den Bau der weiblichen Blüthe fasst er bereits so auf, wie er noch heutzutage allgemein aufgefasst wird, nämlich als Ovarium uniovulatum, doch meint er, dass sie eine solide und einsamige Kapsel würde. Ueber den Bau der männlichen Blüthe ist sein Urtheil unbestimmt und schwankend. Er nennt sie unvollständig, regelmässig und monopetal. In der Erklärung der Figuren pag. 44 sagt er „fleurs mâles contenant chacune plusieurs testicules ou étamines.“ Letztere Auffassung sprach ungefähr 80 Jahr später Willdenow aus. Die Stellung der Blüthen beschreibt er als einzeln in den Blattachseln stehend. Auffallend ist seine Angabe, dass die Pflanze monöcisch ist, da nach dem Baue der männlichen Blüthe nur *Najas major* All. die beschriebene und abgebildete Pflanze sein kann. Er unterscheidet bereits zwei Arten, die er um Paris beobachtete, „*Fluvialis vulgaris latifolia*“ (*Najas major* All.) und „*Fluvialis angusto longoque folio*“ (*Najas minor* All.) und führt noch eine dritte an nach einer Beschreibung von Rajus, die sich blos auf Blätter und Bestachelung bezieht. Diese letztere ist offenbar nur eine sehr bestachelte Form von *Najas major* All.

Bald nach ihm lieferte uns Micheli in seinen „Nova plantarum genera juxta Tournefortii Methodum disposita. Florenz 1729“ pag. 11 eine genaue Beschreibung und schöne Abbildung von *Najas*, ebenfalls unter dem Namen „*Fluvialis*.“ Die männliche und weibliche Pflanze von *Najas major* All. beschreibt er als zwei verschiedene Species, die männliche als „*Fluvialis latifolia fructu tetraspermo*,“ die weibliche als „*Fluvialis latifolia fructu monospermo*.“ Die aufgesprungene Blüthe der männlichen Pflanze beschreibt er recht genau und bildet die vier zurückgeschlagenen Klappen vor den

Antherenfächern sehr gut ab (nur in Tab. 8. Fig. 2 ist ihm eine aufgesprungene männliche Blüthe an den unrechten Platz gerathen), doch deutet er sie fälschlich als viersamige Frucht der *Fl. fructu tetraspermo.* Dieser Irrthum von Micheli zieht sich bis zu Willdenow fast durch alle Schriftsteller hindurch. Ausserdem bildet er noch recht gut *Najas minor* ab und unterscheidet sie als dritte Art; doch kannte er nur ihre weiblichen Blüthen.

Linné stellte unsere Pflanze in die Dioecia, Monandria. Die männliche Blüthe beschreibt er mit einem cylindrischen zweitheiligen Kelch und einer viertheiligen Blumenkrone. Die weibliche Blüthe fasst er ebenso wie Vaillant auf, und nennt auch die Frucht eine einsamige Kapsel. Er hält *Najas major* All. und *Najas minor* All. für Varietäten einer Art, übersieht die männliche Blüthe von *Najas minor* All. ebenfalls, und daher auch deren monöcisches Verhalten.

Jussieu[1]) stellt *Najas* unter die Acotylen und bezeichnet sie merkwürdiger Weise als Monoica, wiewohl aus seiner Characteristik des Genus klar hervorgeht, dass er hauptsächlich *Najas major* All. beobachtet hat. Seine Auffassung der männlichen Blüthe ist weit besser, als die Linné's. Er erkennt, dass die vierspaltige Corolle Linné's vier von dem Körper der Anthere zurückspringende Klappen sind und meint demgemäss, dass die männliche Blüthe aus einem zweispaltigen Kelche und einem Staubgefässe mit langem Filamente und vierklappig aufspringender Anthere bestehe. Von den weiblichen Blüthen sagt er, dass sie bald einsamige, bald viersamige Nüsschen werden, welches letztere er offenbar aus Micheli mit herübergenommen hat. Die Blätter beschreibt er in dreiblätterigen Quirlen stehend.

Allione in seiner „Flora Pedemontana Tom. II. Turin 1785" unterschied wieder im Gegensatz zu Linné *Najas minor* und *Najas major* als distincte Species. Zu *Najas major* zog er Micheli's beide ersten Arten und erkannte er richtig die männliche Pflanze als solche, doch konnte er sich bei der Beschreibung von *Najas major* nicht ganz von Micheli's Autorität befreien, woher auch er ihr ein- und viersamige Kapseln zuschrieb. Ebenso wie Allione unterschied auch Roth[2]) *Najas major* und *minor* als Arten. Männliche und weibliche Blüthen beschreibt dieser wie Linné. Die Frucht nennt er eine Nux.

Die männliche Blüthe von *Najas minor* All. wurde zuerst von Schkuhr beobachtet. In seinem „Botanischen Handbuche" Bd. III. pag. 258. Taf. 296 beschreibt er sie und bildet sie ab. Nach ihm besteht sie aus einem länglichen, banchigen Staubgefässe, das sich an der Spitze mit zwei oder drei Zähnen öffnet. Einen Kelch bei der männlichen Blüthe sah er nur sehr selten als eine kurze Scheide an der Grundfläche. *Najas major* All. hat er nicht beobachtet, doch erkennt er klar, dass der Bau der männlichen Blüthe von *Najas minor* All. ganz verschieden ist von dem bei *Najas major* All. be-

[1]) Jussieu Genera plantarum secundum ordines naturales disposita. Paris 1789.

[2]) Alb. Guilelm. Roth. Tentamen florae Germaniae. Tom. II. Pars II. Lipsiae 1793. pag. 499.

schriebenen und spricht deshalb Zweifel über die generische Zusammengehörigkeit von *Najas major* All. und *N. minor* All. aus. Ueber die Stellung der Blüthen verfiel er in einen sehr schweren Irrthum. Da er die jungen, namentlich die männlichen Blüthen, nur an der Spitze der Aeste, wo die Internodien noch nicht gestreckt sind, untersuchen konnte, so sagt er, „die männlichen und weiblichen Blüthen sitzen in den obersten Blätterbüscheln in der Mitte beisammen, wo die Blätter noch am kleinsten sind," l. c., zweifelt sogar, ob nicht mehrere dieser Blumen zusammen wegen ihrer Stellung als eine Zwitterblüthe anzusehen seien, und glaubt, dass von diesen Blüthen für gewöhnlich alle bis auf eine fehlschlagen. Dieser Irrthum ging in Nees „Genera plantarum," Endlicher „Genera plantarum" u. s. w. über und hat sich bis in die neuesten Floren und systematischen Schriften noch hingezogen, z. B. Wimmer „Flora Schlesiens" 3. Auflage. 1857. pag. 135, Parlatore „Flore Italiana" 1858. Vol. III. pag. 662, Maoût et Decaisne „Traité général de Botanique descriptive et analytique." Paris 1868. pag. 647. Die weiblichen Blüthen beschrieb Schkuhr wie Vaillant und Linné.

Die von Schkuhr vermuthete generische Verschiedenheit von *N. major* All. und *N. minor* All. führt Willdenow, wesentlich auf Schkuhr's Beobachtungen gestützt, aus in den „Mémoires de l'Académie Royale des sciences de Berlin 1798. Classe de philosophie expérimentale" pag. 87. Die vierfächerige Anthere der männlichen Blüthe von *N. major* All. fasst er auf als vier Antheren, die der Länge nach mit der vierspaltigen Corolle verwachsen seien. Sie bildet hauptsächlich den Gattungscharacter von *Najas*. Die männliche Blüthe von *N. minor* All. beschreibt er wie Schkuhr, ohne Kelch, ohne Blumenkrone, mit einer länglichen, am Scheitel aufspringenden Anthere. Auf diese Verschiedenheit des Baues der männlichen Blüthe von dem von *N. major* All. gründete er das Genus Caulinia, jedenfalls eine natürliche Abtheilung, wiewohl grade die von Willdenow behaupteten Verschiedenheiten der männlichen Blüthen in Beziehung auf Corolle und Kelch nicht vorhanden sind. Die weiblichen Blüthen beider Gattungen beschreibt er wie Vaillant, Linné u. s. w. Die Frucht beider Gattungen nennt er Capsula.

Eine Analyse der Frucht von *N. major* All. gab L. C. Richard in seiner Schrift „Analyse botanique des embryons Endorhizes etc." Ann. du Muséum d'histoire naturelle T. XVII. Paris 1811. p. 233. Er meint, dass der Same von einem nicht aufspringenden Pericarpium umgeben sei, an dessen einer Seite im obersten Drittel er herabhänge. Die sehr dünne Samenschale schliesse unmittelbar den Embryo ein. Gemmula, Cotyledon und die grosse Radicula beschreibt er richtig.

Robert Brown[1]) beschrieb die männliche Blüthe von *N. tenuifolia* R. Br. als bestehend aus einem Staubgefässe mit Filament und einfächeriger Anthere, umgeben

[1]) Prodromus florae Novae Hollandiae. Ed. II. von Nees v. Esenbeck. 1827. pag. 201.

von einer ungetheilten Spatha oder Perianthium. Diese Auffassung hat bis heute Geltung unter den Autoren behalten. R. Brown zieht auch wieder *Najas* Willd. und *Caulinia* Willd. in ein Genus *Najas* L. zusammen. Hierin stimmten ihm viele Forscher, unter Anderen auch Chamisso und Horkel bei. Letzterer begründete dies in einem Vortrage, den er in der Naturforscher-Versammlung zu Hamburg im Jahre 1830 hielt. Leider konnte ich nur das kurze Referat darüber in der Regensburger Flora Jahrgang XIV. 1831. pag. 89 vergleichen. Er betont im Gegensatz zu Schkuhr und Willdenow, dass das Perianthium der männlichen Blüthen von *N. major* All. und *N. minor* All. gleich sei, und nur die Antheren verschieden seien. Deshalb seien sie generisch nicht zu trennen. Die Anthere von *N. minor* All. hielt er für zweifächerig nach Kunth „Enumeratio plantarum omnium hucusque cognitarum." 1841. Bd. III. pag. 113. Er spricht auch bestimmt aus, dass die von Micheli abgebildete *Najas fructu tetraspermo* die *N. tetrasperma* Willd., die männliche Pflanze von *N. major* All. ist, und dass es keine *Najas* mit viersamigen Früchten giebt. Dasselbe hatte schon Mundt vermuthungsweise ausgesprochen in den von Chamisso herausgegebenen „Adnotationes ad floram Berolinensem" 1815 und Chamisso 1829 in Linnaea Bd. IV. pag. 498 ausführlich begründet. Die Frucht von *N. major* All. nennt Chamisso l. c. eine Drupa.

Etwa zu derselben Zeit gab Reichenbach in seiner „Flora germanica excursoria." Leipzig 1830—1832. pag. 151 eine Beschreibung der Gattung *Najas*. Die männlichen Blüthen beschrieb er so wie Jussieu und R. Brown. Die weibliche Blüthe aber besteht nach seiner Auffassung aus einem zwei- bis dreispaltigen Kelch, dem Carpell oder Germen der anderen Autoren, der ein Ovarium ohne Griffel mit sitzender stumpfer Narbe einschliesst, wofür er das Ovulum nahm.

Eine eigenthümliche Beschreibung von *N. major* All. wurde in Linnaea Bd. IX. 1834. pag. 516 und Bd. X. 1835. pag. 225 von einer unbekannten Verfasserin F. gegeben. Die weibliche Blüthe beschreibt sie wie Vaillant, Linné u. s. w. Die Frucht nennt sie eine Drupa. Der männlichen Blüthe wird Kelch und Blumenkrone abgesprochen; hingegen ist die Anthere von einer am Scheitel ungleich vierzähnigen Membran bedeckt. Die Beschreibung ist so kurz, dass man nicht ermessen kann, welchen morphologischen Gedanken die Verfasserin etwa dabei gehabt haben mag. In seiner Nachschrift dazu erkennt Schlechtendal nicht, dass der Calyx und das Perigonium bilobum der anderen Autoren identisch mit dieser die Anthere bedeckenden Membran ist, sondern hält die von der Verfasserin geschene Blüthenstructur für total verschieden von der von den anderen Autoren beschriebenen.

Durch diese Beschreibung veranlasst, unterwarf Knut Fr. Thedenius *N. major* All. einer Untersuchung. Seine Abhandlung darüber ist übersetzt in der Regensburger Flora 1840. Jahrgang 23. Bd. I. pag. 305. Die männliche Blüthe fasst er wie Jussieu auf, die weibliche wie Reichenbach; nur spricht er dem vom zwei- bis vierspaltigen

Perigon umschlossenen Ovarium die Narbe ab. In Uebereinstimmung mit dieser Vorstellung meint er, dass die Frucht eine vom Perigon eng eingeschlossene Nuss ist, wie auch L. C. Richard die Frucht als Nuss aufgefasst hatte. Dieser Auffassung der weiblichen Najas-Blüthe von Reichenbach und Thedenius, die das Ovulum für ein Ovarium nehmen, folgte Koch in seiner „Synopsis florae Germaniae" ed. secunda, pars II. 1844. pag. 782.

In den Jahren 1835 und 1839 machte Professor Alex. Braun seine älteren Beobachtungen über *Najas,* wo er ausser der Stellung der Blüthen, worauf ich nachher kommen werde, auch namentlich die männliche Blüthe von *N. major* All. genau untersuchte und sehr schön abbildete. Diese Abbildung theilte er Nees v. Esenbeck mit, der sie in seinen „Genera plantarum florae germanicae iconibus et descriptionibus illustrata" Vol. III. Bonn 1845 auf der Tafel von *Caulinia fragilis* Willd. mittheilte. Doch verstand ihn Nees zuerst falsch und meinte, dass Alex. Braun an der männlichen Blüthe von *Najas major* All. ein doppeltes Perianthium abbilden wollte, dessen Inneres in vier Lappen zerreisse. Dies spricht Nees in der Anmerkung zum Character des Genus *Najas* aus. Aber bei der Erklärung der Figuren, die er, wie erwähnt, beim Genus *Caulinia* giebt, stellt er es richtig im Sinne Braun's dar, der die männliche Blüthe als mit einfachem Perigon versehen wie Jussieu auffasste [1]). Wir werden nachher sehen, dass in der That die männliche Blüthe von *Najas* ein doppeltes Perianthium hat, dass aber doch der von den vier inneren zurückgerollten Lappen eingeschlossene Körper die aufgesprungene Anthere ist, der Pollen also nicht mehr von der Antherenwandung eingeschlossen ist, während es nach der von Nees aus Missverständniss Alex. Braun vindicirten Ansicht [2]) die geschlossene unverletzte Anthere noch sein müsste. Die weibliche Blüthe von *N. major* All. erklärt Nees wie Vaillant, Linné u. s. w., die Frucht nennt er eine Drupa und beschreibt die verschiedenen Schichten der vermeintlichen Steinschale der Frucht. Die männliche Blüthe von *Caulinia* beschreibt er wie Robert Brown, Reichenbach etc. Höchst sonderbar aber beschreibt er die weibliche Blüthe von *Caulinia.* Er legt ihr ein sehr dünnes Perianthium bei, das mit dem länglichen mit zwei oder drei Narbenschenkeln versehenen, einfächerigen, eineiigen Fruchtknoten verwachsen sei. Was ihn zu dieser Darstellung veranlasst hat, vermag ich nicht einzusehen, um so mehr, da er sicher *N. minor* All. untersucht hat, wie aus seinem mit zwei bis drei Narbenschenkeln versehenen Fruchtknoten und aus der Anmerkung evident hervorgeht. An seiner Abbildung ist auch nichts davon zu sehen. Die Frucht von *Caulinia* nennt er eine Nucula.

---

[1]) Nees l. c. Fig. 13. Fl. masc. Najadis majoris perianthio reflexo et anthera dehiscente. Vgl. auch Dr. P. Ascherson, Flora der Provinz Brandenburg. Erste Abtheilung. Berlin 1864. pag. 669.

[2]) Nees l. c. bei Najas: „In Najade majori duplex reperitur perianthium, quorum interius demum pedicello suffultum in lacinias quatuor dehiscit."

Endlicher hat in den „Genera plantarum“ seine Beschreibungen von *Najas* und *Caulinia* aus Nees geschöpft und so dessen sämmtliche Fehler und Missverständnisse mit aufgenommen. Daher giebt er denselben Bau der weiblichen Blüthe von *Caulinia* an, ebenso wie die von Nees aus Missverständniss Alex. Braun vindicirte Darstellung der männlichen Blüthe von *Najas*. Die Frucht bezeichnet Endlicher sowohl bei *Najas* wie bei *Caulinia* als Nucula. In seiner späteren Schrift „Enchiridion botanicum, exhibens classes et ordines plantarum. Wien 1841“ liegt seiner Characteristik der *Najadeae* die von Jussieu und Alex. Braun ausgesprochene Auffassung der männlichen Najas-Blüthe zu Grunde. Dort sagt er pag. 124: „Perigonium in floribus staminigeris saepissime nullum, nunc ejus loco tunica membranacea cellulosa, simplex, antheras extus vestiens, irregulariter vel subregulariter rumpens — — — — — —.“

Meisner folgte ebenfalls in seinen „Plantarum vascularium genera secundum ordines naturales digesta eorumque differentiae et affinitates tabulis diagnosticis expositae“ blindlings der Beschreibung von Nees in der Characterisirung der Genera *Najas* und *Caulinia*.

Die von Endlicher in den „Genera plantarum“ gegebene Beschreibung haben viele andere Floristen in ihren Floren copirt, wie z. B. Ledebour in seiner „Flora Rossica,“ Parlatore z. Th. in der „Flore Italiana“ etc. etc.

Eine höchst inconsequente Darstellung der Najas-Blüthe gaben Godron und Grenier in ihrer „Flore de France“ Tome III. Paris 1855. pag. 321 sqq. Die weibliche Blüthe besteht nach ihnen aus einem mit der Spatha verschmolzenen einfächerigen eineiigen Fruchtknoten, der aus zwei bis drei verwachsenen Carpellen gebildet ist und zwei bis drei an der inneren Fläche Narben führende Griffel hat. Die harte Frucht wird von der stehen bleibenden Spatha umschlossen; die Samenhaut ist membranös dünn.

Etwas consequenter ist die Darstellung der weiblichen Najas-Blüthe von Cosson und Germain in ihrer „Flore des environs de Paris“ 1861. pag. 713. Nach ihnen besteht die weibliche Blüthe aus einem freien, einfächerigen, eineiigen Ovarium, das aus zwei bis drei verwachsenen Carpellen gebildet ist, eine Annahme, zu der sie offenbar nur die zwei bis drei Narbenschenkel veranlassten. Die Frucht erklären sie für eine von Endocarpium umgebene Nuss.

In dem „Bulletin de la Société botanique de France“ Tome XIV. 1867. pag. 25 macht Arthur Gris auf die bisherige ungenaue Bezeichnung der Najas-Frucht aufmerksam, bei der man stets die Samenschale für eine Schicht der Fruchtschale genommen habe. Er selbst trennt richtig den Samen von dem stehen bleibenden, ihn umhüllenden sogenannten Ovarium.

In den neueren, besseren floristischen Werken ist, wie schon erwähnt, meistens die weibliche Blüthe wie von Vaillant, Linné, Jussieu u. s. w. beschrieben, die männliche wie von Jussieu, Thedenius, Alex. Braun. Die Frucht wird als Nüsschen

oder Steinfrucht etc. bezeichnet. So in „Garcke Flora von Nord- und Mitteldeutschland," in „Ascherson Flora der Provinz Brandenburg," „Dr. Th. Fr. Marsson Flora von Neu-Vorpommern. Leipzig 1869," „Gray Manual of the Botany of the northern United States. Fifth edition. New-York 1868."

Ausserdem liegen noch Angaben von Griffith über den Bau der Blüthen ostindischer Najas-Arten vor, die nach dessen Tode in den „Posthumous papers of Griffith" von John M. Clelland veröffentlicht wurden, und zwar in den „Notulae ad plantas asiaticas by the late William Griffith, arranged by John M. Clelland. Part III. Monocotyledonous plants. Calcutta 1847." pag. 179—189. Die weiblichen Blüthen beschreibt er im Allgemeinen wie Vaillant, Linné u. s. w. Nur bei *N. rigida* Griff. giebt er ein von einem stachelführenden Perianthium umschlossenes Pistill an. Die männlichen Blüthen beschreibt er meistentheils bis auf ein paar dunkle, unklare Stellen mit einer Blüthenhülle, und giebt an, dass die Anthere von *N. seminuda* Griff. (wahrscheinlich = *N. graminea* Del.) und *N. ternata* Roxburgh zweifächerig ist. Von *N. seminuda* Griff. bildet er sie sogar zweifächerig ab.

Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen giebt es von Schleiden und Griffith. Schleiden stellt die Entwickelungsgeschichte der Blüthen von *Caulinia* dar bei der allgemeinen Besprechung der Blüthentheile in seinen „Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik. II. Theil. Morphologie, Organologie. Leipzig 1843." pag. 309. Ihm scheint die Entwickelung der Caulinia-Blüthe so wunderbar, dass er hinzusetzt: „wenn ich anders recht gesehen habe." Nach ihm bildet sich sowohl bei der männlichen, wie bei der weiblichen Blüthe das Deckblättchen zu einem krugförmigen Organ aus, das bei der weiblichen Blüthe einen Fruchtknoten mit zwei Stigmata, bei der männlichen eine Blüthenhülle nachahmt. Bei der weiblichen Blüthe wird das vom Deckblättchen umfasste Zäpfchen zur Samenknospe, indem es sich mit zwei Hüllen umgiebt und sich krümmt; bei der männlichen Blüthe umgiebt sich das vom Deckblättchen umfasste Zäpfchen nur mit einer Hülle, die es allmählich überkleidet, und löst sich ganz zu Pollen auf. Wunderbar ist es, dass alle späteren Autoren diese Schleiden'schen Angaben gänzlich unberücksichtigt gelassen haben, so dass sie mir erst bekannt wurden, als ich zur Zusammenstellung des historischen Theils bemüht war, die Ansicht der hervorragendsten Botaniker über Staubblatt- und Antherenbildung bei *Najas* kennen zu lernen. Möglich, dass Schleiden's ausgesprochener Zweifel die Veranlassung dazu gab.

Die Untersuchungen Griffith's wurden nach seinem Tode l. c. herausgegeben. Die Angaben sind oft sehr dunkel und unklar, und hält es sehr schwer, sich hindurchzufinden. Die jungen Anlagen der Blüthen, sagt Griffith sehr richtig, ähneln sehr einem jungen Ovulum mit einem Integument, dessen Nucleus noch beträchtlich hervorragt. Dieser letztere wird allmählich von dem ringförmigen Walle überwachsen. Dieses Gebilde könne nun entweder auf die männliche oder auf die weibliche Blüthe bezogen

werden. Von hier an weiter ist die Deutung sehr schwankend. Mit Scharfsinn macht er l. c. pag. 187 darauf aufmerksam, dass, wenn es die Anlagen junger, weiblicher Blüthen sind, das Ovulum die directe Fortsetzung der Axe wäre und die Entwickelung des Ovulum der des Pistills vorausginge [1]); dass dieses Verhalten der Analogie mit allen anderen Pflanzen widerspreche, da bei allen anderen erst das Pistill gebildet werde und dann aus ihm die Placenta mit ihren Producten, den Ovulis, ihren Ursprung nehme. (Dieser letztere Satz gilt selbstverständlich nicht für die mit axilen Placenta's oder axilen Ovulis versehenen Fruchtknoten. P. Magnus.) Doch giebt Griffith auch an, dass er gelegentlich zweilappige Körper mit einem dunkeln centralen Kern gesehen habe, die besser mit der Carpellarstructur übereinstimmten, da, aus der Kleinheit des Kerns zu schliessen, die Bildung nach dem Centrum fortschritte [2]). Die Entwickelung der männlichen Blüthe aus dem jungen ovulumartigen Körper kann sich Griffith aber gar nicht erklären, da die Antheren nimmer terminale Axenkörper sein könnten [3]). Die Entwickelung der Blüthenhülle sah er nicht und meint, dass der Uebergang von einer rudimentären Anlage zu einem vollständig ausgebildeten Staubgefässe sehr plötzlich sei.

Die Pollenentwickelung und Embryologie von *Najas major* All. hat W. Hofmeister genau beschrieben in „Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen. II. Monocotyledonen. Bd. VII. der Abhandlungen der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1861." Den anatomischen Bau des Stengels von *Caulinia fragilis* Willd. (*Naj. minor* All.) beschrieb Amici genau und ausführlich in den „Memorie di Matematica e di Fisica della Società italiana delle scienze, residente in Modena. Tomo XIX. parte contenente le memorie di fisica. Modena 1823. pag. 234. Osservazioni microscopiche di Signor Prof. Gio Battista Amici. Articolo primo della *Caulinia fragilis*." Seite 238 hebt er scharf das Fehlen jedweder Tracheen, wie er die Spiralgefässe nannte, gegen Prof. Pollini hervor, der sie beobachtet haben wollte.

Auch Meyen betont ebenfalls besonders das Fehlen der Spiralröhren und beschreibt die Zusammensetzung des Bündels aus nur langgestreckten prismatischen Zellen [4]).

St. Hilaire, Schleiden, Schacht u. s. w. haben dies bestätigt, ohne wesentlich Neues hinzuzufügen.

---

[1]) In seiner Arbeit über *Azolla* und *Salvinia* spricht Griffith dieses in einer Anmerkung bestimmt aus, ohne dort nähere Angaben weiter zu machen. Vgl. Regensburger Flora 1846: „Ueber *Azolla* und *Salvinia* von William Griffith. Aus dem Calcutta Journal of natural history, July 1844, übersetzt von Dr. Schenk" pag. 497. Anm.

[2]) l. c. pag. 187 and in which from the smallness of the nucleus or cavity the formation would be towards the centre.

[3]) l. c. pag. 187: but this will not explain the males, which are never perhaps terminal bodies.

[4]) Meyen, Phytotomie. Berlin 1830. pag. 233 und Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. I. Berlin 1837. pag. 327.

R. Caspary [1]) fand bei seinen genauen Untersuchungen über die Zusammensetzung der Gefässbündel, dass bei *N. major* All., *N. minor* All., *N. flexilis* (Willd.) in Wurzel, Stamm und Blatt das Bündel nur aus einfach geschlossenen Leitzellen besteht, und zu keiner Zeit dort Gefässe auftreten. Nur bei *N. flexilis* (Willd.) beobachtete er im Grunde des Funiculus einige ring- oder ringstückförmig verdickte Zellen. Die Entstehung des Intercellularcanals in der Mitte des Bündels von *N. major* All. beschrieb A. B. Frank [2]). Er beobachtete, dass der centrale Gang durch Resorption der Membranen einer Reihe übereinander befindlicher dünnwandiger, langgestreckter Zellen sich bildet.

Die Strömung des Protoplasma in den Zellen von *Najas* wurde zuerst von Amici an *N. minor* All. beobachtet, der sie in der oben angeführten Arbeit ausführlich beschrieb und auch die Richtung des Stromes in den verschiedenen Tubi, wie er die Zellen nannte, genau angab. Amici meint zwar l. c. pag. 236, dass eine Pflanze, an der Corti in seinen „Osservazioni microscopiche sulla Tremella e sulla circulazione in una piunta acquajuola. Lucca 1774“ die Saftströmung beobachtet hat, die aber Corti nicht mit botanischem Namen bezeichnen konnte, sondern nur beschrieb und abbildete, *Caulinia fragilis* Willd. gewesen sei, wozu ihn Professor Fabbriani veranlasst hatte; aber genaue Vergleichung des Corti'schen Textes und seiner Abbildungen lässt keinen Zweifel, dass Corti nur an *Characeae* die Saftströmung beobachtete, wie das auch Corti selbst wusste, da er alle als Arten von *Chara* auffasste. Die Meinung von Amici, dass Corti schon die Saftströmung an *Najas* beobachtet habe, findet sich bei Meyen, Schleiden wieder. An *N. major* All. scheint Horkel [3]) zuerst die Strömung des Zellsaftes beobachtet zu haben. Meyen, Schleiden, Schacht u. A. stellen die Strömung in den Zellen von *Najas* ebenso wie Amici in ihren allgemeinen Lehrbüchern dar.

Stellungsverhältnisse der Blüthen und Sprosse bei *Najas* haben zwar schon manche ältere Beobachter richtig gesehen, so vor Allen Roth [4]) und Thedenius [5]), aber sie haben sie entweder gar nicht gedeutet, wie Roth, oder so schlecht ohne irgend welche morphologische Ueberlegung gedeutet, wie Thedenius, dass ich diesen Angaben durchaus keinen Platz in der Geschichte der morphologischen Auffassung der Blattstellung und Sprossfolge von *Najas* einräumen kann. Diese datirt erst seit Alexander Braun,

[1]) R. Caspary in seiner Arbeit „die Hydrilleen“ in Pringsheim's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik Bd. I. pag. 515 und Caspary „Ueber die Gefässbündel der Pflanzen“ in den Monatsberichten der Akademie von Berlin 1862 pag. 474.

[2]) Beiträge zur Pflanzenphysiologie von Dr. A. B. Frank. Leipzig 1868. pag. 133.

[3]) Horkel in Meyen Phytotomie pag. 178.

[4]) Roth, Tentamen florae Germaniae. Tom. II. Leipzig 1793. pag. 500. Observ. II.: „Nuces in caule ramisque ad unum latus, et quidem, ut mihi videtur, dextrorsum positae; ita evadunt secundae.“

[5]) Pr. Fr. Thedenius, Regensburger Flora Jahrgang 23. Bd. I. 1840. pag. 306: „Folia infima bina opposita basin caulis turgidam amplectentia, saepe integerrima, decidua; reliqua amplectentia utrinque sinuato-dentata — — — —, terna verticellata, quorum duo basi vaginante partes infimas ramorum geminorum patentium implectuntur; tertium autem florem vel fructum ineludit. Flores axillares plerumque solitarii, nonnunquam bini vel terni.

wie ja überhaupt erst A. Braun und C. Schimper die Morphologie der Blattstellung und Sprossfolge begründet haben. Die Auffassung A. Braun's hat Döll in der „Rheinischen Flora 1843" und in der „Flora des Grossherzogthums Baden. Theil I. 1857" mitgetheilt; Braun selbst gab ein kurzes Résumé in dem „Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. 18. October 1864." Nach ihm stehen die Blätter in sich unter schiefem Winkel kreuzenden Blattpaaren. Die Aufeinanderfolge der Blattpaare schreitet in derselben Richtung spiralig fort. Das erste Blatt eines jeden Blattpaares hat einen Zweig in seiner Achsel, das zweite Blatt ist stets ohne Achselspross. Der Zweig beginnt mit einem grundständigen Blattpaare, das unter einem schiefen Winkel die Mediane des Mutterblattes kreuzt. Nur das zweite Blatt dieses grundständigen Blattpaares ist laubblattartig ausgebildet: seine basilare Stellung lässt die Quirle dreiblättrig erscheinen. Das erste Blatt dieses grundständigen Blattpaares des Zweiges ist unterdrückt; die Blüthe ist der Achselspross dieses unterdrückten Blattes. An den untersten Zweigen ist dieses erste Blatt als grundständiges, schuppenförmiges Niederblatt ausgebildet. Sämmtliche Zweige sind mit dem Hauptspross homodrom.

Ganz anders erklärte Thilo Irmisch[1]) die Sprossfolge bei *Najas*. Nach ihm steht die Blüthe terminal. Die beiden Blätter des der Blüthe unmittelbar vorhergehenden Blattpaares haben beide einen Achselspross. Der Spross in der Achsel des unteren Blattes ist der schwächere; in den unteren Verzweigungen hat er drei Laubblätter unter der ihn abgrenzenden Blüthe, ein basilares knospenloses und zwei aneinander gerückte knospentragende dicht unter der Blüthe. In den oberen Verzweigungen schlägt er oft fehl. Der obere geförderte Spross hat nur zwei dicht unter der Blüthe stehende knospentragende Blätter. Diese beiden Sprosse sind antidrom zu einander. Die geförderten Sprosse der aufeinander folgenden Ordnungen sind homodrom, schraubelartig verkettet. Am schwächeren Sprosse ist, wenn er sich verzweigt, umgekehrt vom Verhalten des geförderten, der untere Zweig mit ihm homodrom, der obere antidrom. Zu der Annahme, dass die Blüthe von *Najas* gipfelständig sei, scheint Irmisch mit durch die Betrachtung von *Zanichellia* gekommen zu sein. Wenigstens wirft er schon in der Regensburger Flora 1851 in dem Aufsatze „Ueber die Inflorescenz der deutschen Potameen" bei der Betrachtung von *Zanichellia* in der Anmerkung die Frage auf, ob nicht die Blüthe von *Najas* auch eine Gipfelblüthe sei. Und in der That hat die Annahme von Irmisch, da sie die Stellung der Blüthe weit einfacher erklärt, als A. Braun, und bei der scheinbaren Analogie mit *Zanichellia* auf den ersten Blick sehr viel Verlockendes. Ich werde aber später bei der Besprechung des morphologischen Aufbaues einige Thatsachen anzuführen haben, die die Richtigkeit der Auffassung A. Braun's mit zwingenden Gründen darlegen.

[1]) Cf. Regensburger Flora. 48. Jahrgang. 1865. pag. 83. Anm.

KEIMUNG UND MORPHOLOGISCHER AUFBAU VON NAJAS.

Die ersten Stadien der Keimung von *Najas major* All. hat schon Thilo Irmisch in der Regensburger Flora 1865. pag. 83 Anmerkung beschrieben, und ausserdem liegen mir noch Beobachtungen von Hrn. Prof. R. Caspary vor, die mir Hr. Prof. Brann gütigst mittheilte. Ich selbst konnte nur schon vollkommen freie Keimpflanzen beobachten, die ich der Gefälligkeit des Hrn. Ad. Barnewitz verdanke. Während Irmisch nur beobachtete, dass die Samenschale bei der Keimung der Länge nach gespalten wird, beobachtete Caspary auch noch ausserdem, dass die Samenschale bei der Keimung durch einen transversalen Querriss nahe ihrem unteren Ende in zwei ungleiche Hälften getrennt wird, von denen die obere grössere noch einige Zeit auf der Spitze des Cotyledon sitzen bleibt, wie auch nach Irmisch die der Länge nach gespaltene Samenschale öfter vom Cotyledon mit emporgehoben wird. Der Keimling hat eine Hauptwurzel, deren oberes Ende sich durch eine Zone langer Saughärchen scharf gegen die hypocotyle Achse absetzt. Der Cotyledon umfasst an seiner Basis etwas mehr, als den einfachen Stengelumfang, so dass von den freien Rändern seiner Scheide einer über den anderen greift (s. Taf. I. Fig. 1). Der Scheidentheil des Keimblattes liegt dem Stengel dicht an; sein oberer von der Scheide abgehender Theil ist fast stielrund, pfriemenförmig zugespitzt. Es hat, wie die Laubblätter von *Najas*, innerhalb seiner Scheide zwei squamulae intravaginales (s. Taf. I. Fig. 1 auf dem Querschnitt bei *Najas minor* All.), die schon Irmisch in der Bot. Zeitung von Mohl und Schlechtendal, Jahrgang 1858, und in der Regensburger Flora l. c. beschrieben hat. Dicht über dem Cotyledon, durch kein gestrecktes Internodium von ihm getrennt, steht das erste Laubblattpaar, das sich mit ihm unter einem spitzen, fast rechten Winkel kreuzt. Dieses erste Laubblattpaar hat regelmässig keine Knospen in seinen Achseln. Durch ein grosses Internodium von ihm getrennt folgt ein zweites Laubblattpaar, das sich mit dem ersten unter einem spitzen Winkel kreuzt. Ein Blatt dieses Laubblattpaares umfasst an seiner Insertion etwa zwei Drittel des Stengelumfanges und deckt mit seinen Seitenrändern die Seitenränder des anderen Blattes; es ist daher das erste Blatt des Blattpaares. Das zweite Blatt umfasst mit seiner Basis, wie der Cotyledon, etwas mehr als den Stengelumfang, so dass von seinen freien Scheidenrändern einer über den anderen greift. Ferner ist auch das erste Blatt deutlich dicht unter dem zweiten inserirt. Dieses erste Blatt des zweiten Blattpaares der Keimpflanze hat in seiner Achsel einen Spross; das zweite Blatt ist, wie das

zweite Blatt aller Blattpaare steril. Der Spross in der Achsel des ersten Blattes dieses Blattpaares beginnt mit einem dicht an der Basis stehenden Blattpaare, das sich mit dem Mutterblatte unter einem spitzen Winkel kreuzt (s. Taf. I. Fig. 2). Ein Blatt dieses ersten Blattpaares des Zweiges ist ein Schuppenblatt, das andere laubartige umfasst wiederum mit seiner Basis etwas mehr, als den Stengelumfang, so dass ein freier Scheidenrand den anderen übergreift. Das Schuppenblatt steht ausserhalb dieser sich deckenden Scheidenränder. Dies beweist schon evident, dass das Schuppenblatt das erste Blatt des Zweiges ist, denn sonst müsste das andere Blatt es mit umfassen. Ein ebenso strieter Beweis folgt aus der Vergleichung mit den folgenden Blattpaaren des Zweiges. Diese kreuzen sich successiv unter spitzen Winkeln, und zwar weichen immer die ersten Blätter von den je vorhergehenden um diesen Winkel in derselben Richtung ab. Die Spirale, die die ersten Blätter der Blattpaare verbindet, führt auf das grundständige Schuppenblatt: die Spirale, die die zweiten Blätter der Blattpaare verbindet, führt auf das grundständige, stengelumfassende Laubblatt des Zweiges. Hiermit stimmen auch vortrefflich die übrigen Eigenschaften der Blätter. Das Schuppenblatt hat einen Spross in der Achsel, wie alle ersten Blätter der Blattpaare einen Achselspross haben; das stengelumfassende grundständige Laubblatt des Zweiges ist steril, wie alle zweiten Blätter der Blattpaare. Irmisch hat an seinen ganz jungen Keimpflanzen dieses Schuppenblatt nicht bemerkt; er hält das grundständige Laubblatt für das erste Blatt des unteren Zweiges, auf welche Ansicht ich später noch näher eingehen werde. Der Zweig in der Achsel des Schuppenblattes beginnt wieder mit einem grundständigen Blattpaare, dessen erstes Blatt wieder ein knospentragendes Schuppenblatt, dessen zweites ein stengelumfassendes steriles Laubblatt ist (s. Taf. I. Fig. 2. 1″ 2″), und so geht die Verzweigung aus den grundständigen Schuppenblättern der successiven Generationen weiter. An Exemplaren aus dem Roofen-See bei Menz bei Rheinsberg, die ich Mitte August unter der gefälligen Führung des Hrn. Dr. med. Winter sammelte, habe ich diese Verzweigung aus den grundständigen Schuppenblättern bis in die fünfte Generation verfolgt.

Das erste Blatt aller Blattpaare von *N. major* All. hat, wie schon gelegentlich erwähnt, in seiner Achsel einen Spross. Diesem Spross fehlt an den höheren Internodien das grundständige Schuppenblatt mit seinem Achselproducte und steht an deren Stelle die Blüthe, wie das A. Braun erkannt hat. Ob dies schon am dritten Laubblattpaare der Keimpflanze oder erst an höheren Blattpaaren eintritt, konnte ich zur Zeit noch nicht durch hinreichende Beobachtungen entscheiden. Das zweite Blatt aller Blattpaare ist steril und umfasst mit seiner Basis etwas mehr als den einfachen Stengelumfang, so dass ein freier Scheidenrand den anderen etwas deckt (s. Taf. I. Fig. 2, 3 u. 4). In der Achsel des ersten Blattes eines Blattpaares steht also ein Zweig, der mit der einen Seite ein grundständiges, stengelumfassendes Laubblatt hat; bemerkenswerth ist, dass dieses grundständige Laubblatt bei *N. major* All. constant seine Mittelrippe nach der

Seite der Mutteraxe hin gewandt hat (s. Taf. I. Fig. 3 u. 4). Auf der anderen Seite des Zweiges in gleicher Ebene mit ihm steht die Blüthe (s. Taf. I. Fig. 3 u. 4). Irmisch hält diese Blüthe für terminal an der Mutteraxe, die Fortsetzung der Mutteraxe für ein Achselproduct des zweiten Blattes. Dass dies nicht so ist, zeigt schon der Umstand, dass das zweite Blatt stengelumfassend ist; sonst würde das Tragblatt sein Achselproduct umfassen (was übrigens vorkömmt, allerdings in ganz anderer Weise, z. B. *Platanus, Philadelphus, Robinia* u. s. w.). Mit grosser Evidenz folgt es ferner aus der Vergleichung mit den Verzweigungen am zweiten Laubblattpaare der Keimpflanze. Man könnte nun daran denken, dass beide, Laubzweig und Blüthe Achselknospen eines Blattes seien, wie etwa accessorische nebeneinander stehende Beiknospen [1]). Aber für diese Auffassung liegt im vorliegenden Falle weder irgend ein morphologischer Grund vor, noch spricht die Entwicklungsgeschichte dafür. Diese letztere zeigt, dass ein Höcker im Anfang die gemeinschaftliche Anlage von Achselspross und Blüthe ist, aus dessen ungleicher Theilung sie beide hervorgehen. Wären sie accessorische Beiknospen, so sollte man erwarten, dass sie beide gleich von Anfang an als getrennte Höcker auftreten. Vom morphologischen Standpunkte aber spricht der Umstand sehr dagegen, dass, wie schon oben erwähnt, dem Zweige das grundständige Schuppenblatt sammt Achselproduct fehlt und genau an deren Stelle die Blüthe steht. Dies folgt wiederum mit Evidenz aus der Vergleichung mit den folgenden Blattpaaren. Diese folgen einander, unter spitzen Winkeln in derselben Richtung je von einander abweichend. Die Spirale nun, die die ersten Blätter der successiven Blattpaare des Zweiges verbindet, führt auf die Blüthe; die Spirale, die die zweiten Blätter der successiven Blattpaare verbindet, führt zum grundständigen stengelumfassenden Laubblatt des Zweiges. Die Blüthe entspricht also dem ersten Blatte des Zweiges mit seinem Achselproduct, dem Schuppenblatt mit seinem Zweige am Sprosse aus dem dritten Laubblatt der Keimpflanze [2]). Die Blätter

[1]) So sollen bei *Hydrilla verticillata* Casp., wo neben der Blüthe stets eine Zweigknospe in derselben Blattachsel steht, Blüthe und Zweigknospe accessorische Beiknospen in dieser Blattachsel sein nach R. Caspary in „Amtlicher Bericht über die 35ste Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Königsberg i. Pr. im September 1860 pag. 304." Accessorische nebeneinanderstehende Beiknospen treten übrigens bei Monocotylen öfters auf, z. B. bei *Cyperus Papyrus* in den Blüthenständen, die Blüthen in den Bracteen von *Musa*, die Brutzwiebeln in den Blattachsen bei *Allium sativum*, *Lilium Martagon* und den Zwiebelblättern vieler anderer Zwiebelgewächse. Von den von Anderen angegebenen, von mir noch nicht untersuchten Fällen bei *Papilionaceae* und *Acanthaceae* (letzteres nach Wichura Regensburger Flora 1846 pag. 234) will ich hier noch absehen. Bei *Hemigraphis elegans* N. v. Es. und *Eranthemum pulchellum* And. stehen die accessorischen Knospen unter einander.

[2]) Diese Stellung der Blüthe hat ihr Analoges an der Stellung der Blüthen bei *Asparagus*, wo zwei Blüthen in der Achsel von zwei basalen Niederblättern eines Phyllodiums stehen; ebenso bei *Ceratophyllum*, wo eine, selten zwei gegenüberstehende Blüthen am ersten Blattwirtel auf der einen oder im seltneren Falle auf beiden Seiten rechts und links stehen. Die Angaben Wichura's in der Regensburger Flora 1846 p. 249 verstehe ich nicht. In allen untersuchten Fällen fand ich es so, wie angegeben. Und sehr schön stimmt auch damit überein die Abbildung von Schnitzlein in „Analysen zu den natürlichen Familien" Taf. 14 *Ceratophylleae* Fig. 1. Aehnlich wie bei *Najas* ist auch die Stellung der Blüthe bei *Passiflora*, wo aber der Zweig,

stehen, wie schon wiederholt erwähnt, in Blattpaaren, die unter spitzen Winkeln sich kreuzen, und zwar so, dass jedes Blattpaar vom vorhergehenden in derselben Richtung abweicht.

In der bei weitem grössten Mehrzahl der Fälle nun liegt der kurze Weg, der vom Tragblatte aus zur Blüthe, die dem ersten Blatt des Zweiges entspricht, von dieser über das grundständige Laubblatt, das zweite Blatt des Zweiges, zum ersten Blatte des nächsten Blattpaares desselben führt, und der kurze Weg, der vom Tragblatte aus über das zweite Blatt dieses Blattpaares zum ersten Blatte des nächstfolgenden Blattpaares der Hauptaxe u. s. f. führt, nach derselben Richtung (s. Taf. I. Fig. 3 u. 4), d. h. Mutteraxe und Zweig sind homodrom. Demgemäss steht auch in allen Auszweigungen die Blüthe, die dem ersten Blatt des Zweiges entspricht, stets auf derselben Seite am Grunde des Zweiges, entweder immer auf der rechten Seite (s. Taf. I. Fig. 3), oder immer auf der linken Seite (s. Taf. I. Fig. 4), dem entsprechend also das erste Blatt des nächsten Blattpaares vom vorhergehenden ersten Blatte entweder zur linken (s. Taf. I. Fig. 3) oder zur rechten Seite (s. Taf. I. Fig. 4) stets abweicht. An sehr wenig Exemplaren aber habe ich eine scheinbare Ausnahme von dieser Homodromie beobachtet. Das erste Blatt des nächsten Blattpaares wich nämlich vom Tragblatt nach derselben Seite hin ab, an der in seiner Achsel die Blüthe steht (s. Taf. I. Fig. 5). Hier fällt die Richtung des langen Weges der Blattstellung am Hauptsprosse mit der Richtung des kurzen Weges zur Blüthe, die dem ersten Blatt des Zweiges entspricht, zusammen: also scheinbare Antidromie der Hauptaxe und des Seitensprosses. Ich sage scheinbare Antidromie, da man diesen Fall sehr leicht — freilich nur hypothetisch, und dies zunächst nur aus morphologischen Gründen — auf anomale Verschiebungen zurückführen kann. Wir stellen uns nämlich sowohl den normalen, wie den seltenen Fall als eine Folge der Verschiebung dar. Die Blattpaare, nehmen wir an, stehen ursprünglich genau übereinander, ein Fall, der sich bei *Potamogeton densus,* bei dem Genus *Halophila* und an der Hauptspindel des Blüthenstandes mehrerer Xerotes-Arten realisirt findet [1]). Diese Annahme hat schon

in dessen erster Blattachsel die Blüthe seitlich steht, sich zu einer Ranke entwickelt. Ganz analog ist die Stellung des Blüthenstandes bei *Tilia*, ferner auch bei *Parietaria*, *Urtica* u. A., wo die Blüthenzweige nur aus der Achsel der basalen Niederblätter eines sich mehr oder minder entwickelnden Laubzweiges entspringen.

[1]) Diese übereinanderfallenden Blattpaare sind einfach als paarweise Zusammenrückung zweizeilig gestellter Blätter aufzufassen, wie dies schon aus *Potamogeton* deutlich wird, wo bei fast allen Arten die beiden letzten Blätter unter der Inflorescenz zu einem Paare zusammenrücken. Sehr schön tritt dies auch bei der Betrachtung mehrerer Gramineen hervor. Bei *Cynodon Dactylon* L., *Eleusine*-Arten, *Lappago racemosa* Willd., *Stenotaphrum glabrum* Trin. u. a. rücken bei streng zweizeilig gestellten Blättern an den unteren Knoten meist je drei, an den oberen Knoten je zwei Blätter zusammen; die je letzten Blätter unter den Inflorescenzen stehen meist einzeln im strictен Gegensatze zu Potamogeton. An den oberen Knoten findet daher dieselbe Blattstellung wie bei *Potamogeton densus* statt. Die unteren Knoten mit je drei zusammengerückten zweizeilig gestellten Blättern zeigen deutlich, dass wir es hier noch ausschliesslich mit Zusammenrückung, mit ungestreckten Internodien zu thun haben. Bei den Dicotyledonen mit alternirenden Blattpaaren tritt zu dem Zusammenrücken der Blätter noch die Prosenthese hinzu; auch möchten in vielen Fällen die alternirenden Blattpaare der Dicotyledonen nicht aus der zweizeiligen Blattstellung hervorgegangen sein.

K. Fr. Schimper in seiner Epoche machenden Arbeit „Beschreibung des *Symphytum Zeyheri*“ pag. 101 [1]) ohne nähere Gründe anzugeben ausgesprochen. Die normale Stellung der Blattpaare würde nun daraus resultiren, dass jedes Blattpaar vom vorhergehenden nach der Seite verschoben wurde, wo die Blüthe nicht steht, z. B. in Taf. I. Fig. 3, wo die Blüthe rechts in der Blattachsel steht nach links, in Taf. I. Fig. 4, wo die Blüthe links steht nach rechts. Der seltnere anomale Fall würde sich dahin erklären, dass das folgende Blattpaar nach derselben Seite, wo die Blüthe steht, verschoben würde, z. B. in Taf. I. Fig. 5 wo die Blüthe rechts steht, das nächste Blattpaar nach rechts verschoben. Im Uebrigen ist dieser Fall genau identisch mit dem normalen, wie jetzt ohne Weiteres einleuchtet: die Blüthe steht ebenfalls genau an derselben Seite des Zweiges. Wir sind daher nicht berechtigt, diese Zweige als antidrom gegeneinander aufzufassen. Dieser Fall unterscheidet sich von dem normalen Fall, wo alle Auszweigungen unzweifelhaft homodrom sind, nur dadurch, dass die ursprünglich übereinander stehenden Blattpaare anomaler Weise nach der Seite der Blüthe hin verschoben sind.

Diese ganze Auseinandersetzung hat natürlich zunächst nur morphologische Bedeutung. Ob diese Verschiebung überhaupt in der Entwicklungsgeschichte begründet ist, oder nicht, wage ich nicht zu entscheiden. Entwicklungsgeschichtlich kann ich sie nicht nachweisen, vielmehr tritt die jüngste sichtbare Blattanlage gleich unter einem spitzen Winkel zu der Ebene des vorhergehenden Blattpaares auf. Aber überall sehen wir die Organe nahezu in ihrer künftigen Stellung schon bei ihrer ersten Entstehung auftreten. Dass wir deshalb doch z. B. den Kolben einer *Zostera,* die Ranken des Weinstocks, die Schuppen auf den Zapfenblättern der *Coniferen,* die Wickeln der *Borragineae* einer vergleichend morphologischen Betrachtung und Deutung zu unterwerfen haben und dass eine richtige morphologische Anschauung unser Verständniss wesentlich fördert und ihre wissenschaftliche Berechtigung hat, ist wohl selbstverständlich.

Von diesem eben beschriebenen Aufbau der Pflanze kommen in den letzten Verzweigungen häufiger einige Abweichungen insofern vor, als bald der Zweig, bald die Fortsetzung der Hauptachse, bald beide mehr oder minder verkümmern (s. Taf. I. Fig. 6, 7, 8). Dadurch entsteht häufig der Schein von Gipfelblüthen; aber von dem normalen Falle bis zu dem, wo die Blüthe zwischen zwei Blättern scheinbar den Scheitel einnahm, fand ich alle Zwischenstufen der Verkümmerung. Bald war in der Achsel des ersten Blattes neben der Blüthe noch ein Blatt, das basale zweite sterile Blatt des ferner verkümmerten Zweiges und schloss das zweite Blatt des Blattpaares noch ein paar kleine verkümmerte Blätter der Hauptaxe ein, s. Taf. I. Fig. 7; dem Blatte neben der Blüthe fehlte häufig der Scheidentheil. Bald stand die Blüthe allein in der Achsel des Blattes s. Taf. I. Fig. 6; bald fehlten auch die verkümmerten Blätter der Hauptachse und schliesslich fehlte sogar

[1]) Schimper l. c. II folia per paria opposita et superposita: Najas. Seine Parenthese „selten sind sie hier nicht *bina,* sondern *terna*“ beruht wohl auf ungenauer Beobachtung.

dem zweiten Blatte des Blattpaares der Scheidentheil, so dass dann die Blüthe zwischen einem Blatte ohne Scheide und einem Blatte mit einer Scheide steht, deren Ränder rechts und links die Ränder des scheidenlosen Blattes decken s. Taf. I. Fig. 8. Die allmähligen Uebergänge zeigen, dass dieser Fall nicht als Gipfelblüthe, sondern als Verkümmerung der Hauptaxe und des Seitenzweiges aufzufassen ist. Das von Döll in der „Flora Badens" Bd. I. pag. 455 erwähnte Auftreten von Deckblättern der Blüthen in den oberen Verzweigungen habe ich trotz vieler darauf gerichteter Untersuchungen nie gefunden.

Ich habe noch Einiges über die Blätter selbst zu bemerken. Das erste Blatt eines Blattpaares, das den Zweig und die Blüthe in seiner Achsel hat, ist bei *N. major* All. stets unsymmetrisch; die Seite, die die Blüthe umfasst, ist schmäler als die, die das erste grundständige Blatt des Zweiges umfasst s. Taf. I. Fig. 3, 4 u. 5. Wie bereits wiederholt erwähnt, sind die zweiten sterilen Blätter der Paare stengelumfassend mit übereinander greifenden Scheidenrändern. Dabei ist bemerkenswerth, dass bald der rechte, bald der linke Scheidenrand der deckende ist, ohne dass ich ein bestimmtes Gesetz erkennen konnte.

Ich komme nun auf die Stellung der Wurzeln zu sprechen. Nach Irmisch bricht die erste Nebenwurzel in der Mediane des Keimblattes, die zweite an dessen Scheidenseite hervor. Diese Stellung der Nebenwurzeln dürfte vielleicht besser zum ersten dicht über dem Cotyledon stehenden Blattpaare bezogen werden, wegen der Stellung der Wurzeln an dem oberen Blattknoten. Dort entspringen die Wurzeln seitlich zwischen den Blättern eines Blattpaares auf der Seite, nach der das grundständige, sterile Blatt des Zweiges gewendet ist, wo also die Blüthe nicht steht, dicht oberhalb der Knotenplatte und zwar entwickeln sie sich in aufsteigender Folge, so dass die jüngere Wurzel immer dicht über der älteren hervorbricht s. Taf. I. Fig. 3 u. 4. Diese einseitige Stellung der Wurzeln ist der weitaus häufigste Fall. Sehr selten habe ich sie auch beiderseitig hervorbrechen sehen, so namentlich an den untersten Internodien langer hoher Exemplare aus dem Schloon-See bei Häringsdorf; an den oberen Internodien dieser Exemplare standen die Wurzeln wieder blos auf der Seite des basalen Laubblattes des Zweiges. Erinnern wir uns jetzt der Stellung der ersten Wurzeln an der Keimpflanze, die nach Irmisch an der Rücken- und Scheidenseite des Cotyledon hervorbrechen. Das erste Blattpaar steht dicht über dem Cotyledon und kreuzt sich mit ihm unter nahezu rechtem Winkel. Beziehen wir die an der Rücken- und Scheidenseite des Cotyledon hervorbrechenden Wurzeln auf dieses erste Blattpaar, so brechen sie zwischen dessen Blättern an den Seiten hervor, und ist zwischen ihrer Stellung und der an den höheren Internodien kein anderer Unterschied, als dass sie am ersten sterilen Laubblattpaare, wie es scheint, beiderseitig normal zu entspringen pflegen, was auch an anderen Internodien ungewohnter Weise vorkommt.

In Bezug auf den morphologischen Aufbau im Allgemeinen stimmen alle Species des Genus *Najas, Caulinia* Willd. mit inbegriffen, mit *N. major* All. überein. Bei allen ist die Sprossfolge, die Stellung der Blüthen dieselbe. Nur in untergeordneten Punkten zeigen sie einzelne Abweichungen, die ich nun, soweit ich sie bis jetzt beobachten konnte, auseinandersetzen werde.

Najas minor All. und *N. flexilis* (Willd.) verhalten sich in allen Beziehungen so übereinstimmend, dass ich sie gemeinschaftlich behandeln werde. Zwischen dem Cotyledon und dem ersten Blattpaare der Keimpflanze befindet sich bei ihnen ein gestrecktes langes Internodium. Dagegen sitzt das zweite Laubblattpaar dicht über dem ersten, sich unter schiefem Winkel mit ihm kreuzend, durch kein gestrecktes Internodium von ihm getrennt. In der Achsel des ersten Laubblattes des zweiten Paares steht, wie bei *N. major* All. ein Zweig mit einem grundständigen Blattpaare, das von einem knospenführenden Schuppenblatt und stengelumfassenden sterilen Laubblatt gebildet wird. Und wiederum steht eben solcher Spross in der Achsel des Schuppenblattes u. s. f. in den successiven Schuppenblättern der Zweige, s. Taf. I. Fig. 9. An Exemplaren aus dem Gottartowitzer Hüttenteiche bei Rybnick, die ich Herrn R. Fritze verdanke, und ebenso an Exemplaren aus dem Parsteiner See, die ich Herrn Jahn schulde, konnte ich diese schraubelartige Verzweigung aus den successiven, grundständigen Schuppenblättern der Zweige bis in die siebente Generation verfolgen. Bei *N. minor* All. konnte ich auch bestimmt sehen, dass schon der Zweig aus der Achsel des fünften Laubblattes der Keimpflanze kein grundständiges Schuppenblatt mehr hat, in Folge dessen auch die grundständige Verzweigung fehlt. Wie bekannt, sind *N. minor* All. und *N. flexilis* (Willd.) monöcisch. Es ist nun erwähnenswerth, dass am Grunde der Zweige aus den Blättern der Hauptaxe und ebenso an den unteren Blattpaaren des Zweiges aus dem dritten Laubblatt der Keimpflanze und des Sprosses aus dem ersten Schuppenblatte dieses Zweiges nur männliche Blüthen entstehen, die nach dem Aufblühen rasch wegfallen, so dass man dann gar nichts mehr in den Blattachseln am Grunde der Zweige sieht, s. Taf. I. Fig. 9. Bl. 5 u. 7. Doch sah ich an einer noch ziemlich jungen Keimpflanze aus dem Gottartowitzer Hüttenteiche bei Rybnick am vierten Blattpaare noch die männliche Blüthe, an einem anderen Exemplare am vierten Blattpaare eine weibliche Blüthe, die einzige mir aufgestossene Ausnahme, in Bezug auf das ausschliessliche Vorkommen männlicher Blüthen an den unteren Knoten der ersten Axen der Keimpflanze. An den Auszweigungen der Zweige dieser Axen, sowie an den ferneren Sprossen aus den grundständigen Schuppenblättern stehen dann schon am Grunde weibliche Blüthen. Weiter oben wechseln männliche und weibliche Blüthen, wie es scheint, ohne bestimmte Ordnung ab. Die Blätter kreuzen sich bei *N. minor* All., s. Taf. I. Fig. 10 und *N. flexilis* (Willd.), s. Taf. I. Fig. 11 unter weit stärkeren Winkeln als bei *N. major* All. Bei *N.*

minor All. kreuzen sie sich fast unter rechtem Winkel, s. Taf. I. Fig. 10. Die sterilen zweiten Blätter der Blattpaare sind ebenfalls stengelumfassend und ist ebenfalls bald der rechte, bald der linke Scheidenrand der deckende. Das erste Blatt der Blattpaare hat einen symmetrischen Scheidentheil im Gegensatz zu *N. major* All.; nur hat hin und wieder die eine Seite der Scheide ein oder höchstens zwei Zähne mehr und reichen die Zähne ein wenig weiter hinunter. Die ersten Nebenwurzeln brechen ebenfalls zuerst an zwei Seiten des Cotyledonarknoten hervor, wie bei *N. major* All. Wie diese zwei Seiten sich zur Mediane des Cotyledon verhalten, konnte ich an meinen Keimpflanzen, deren Cotyledon schon abgefault war, nicht mehr entscheiden. Von diesen zwei Seiten aus schreitet das Auftreten der Nebenwurzeln sowohl nach rechts und links, wie nach oben fort, so dass schliesslich am Cotyledonarknoten von allen Seiten Wurzeln ausgehen, und zwar meist in zwei übereinander liegenden Querreihen, an den Stellen, wo die ersten Wurzeln entsprungen waren, oft in drei und vier Querreihen übereinander. Bald entspringt eine Wurzel direct über der älteren, bald zwei, die oben seitlich rechts und links über der älteren hervortreten. Daher stehen die übereinander befindlichen Wurzeln bald genau übereinander, bald alterniren sie mehr oder weniger. Wie bei *N. major* All. die Wurzeln später am Cotyledonarknoten stehen, habe ich nicht untersuchen können. Am zweiten Knoten von *N. minor* All., wo das erste und zweite Laubblattpaar dicht übereinander stehen, sah ich oft zwei Wurzeln, von denen die eine die Mediane des ersten Blattes, die andere die Mediane des zweiten Blattes durchbrochen hatten. An einigen älteren Exemplaren waren auf jeder Seite dieses Knoten zwei Wurzeln, in einem Falle sogar auf der einen Seite drei Wurzeln. Sehr selten sah ich auch eine Wurzel am dritten Knoten oder an einem höheren auf der Seite des Zweiges abgehen.

Von den exotischen Arten habe ich keine in Bezug auf diese Verhältnisse an den Keimpflanzen untersuchen können. Nur scheint mir noch eine morphologische Eigenthümlichkeit von *N. graminea* Del. erwähnenswerth. Diese hat einzelne Axen mit entwickelten Internodien zwischen den Blattpaaren, deren erste Blätter grösstentheils Zweige in den Achseln haben, deren Internodien zwischen den successiven Blattpaaren nicht entwickelt sind. Die ersten Blätter der dicht übereinander stehenden Blattpaare haben in ihrer Achsel eine Blüthe und häufig auch ein Blatt; weiter war in den von mir beobachteten Fällen der Achselspross nicht entwickelt; so standen meist zwei, drei oder vier und auch mehr Blattpaare mit ihren bis auf die Blüthe und ein Blatt verkümmerten Seitenproducten dicht übereinander, in der Achsel eines Blattes der Axe mit entwickelten Internodien. Nach der Entwicklung des vierten bis sechsten Blattpaares verkümmert meist der Spross. Dies hat zur Folge, dass an der Axe mit langen Internodien sechs bis zehn und mehr Blätter nebst zwei bis vier und mehr Blüthen an einem Knoten zusammengehäuft erscheinen. Bemerkenswerth ist dabei noch, dass die männlichen Blüthen meist nur an der Spitze der Triebe mit verlängerten Internodien zu finden

waren und an den Trieben mit unentwickelten Internodien nur weibliche Blüthen standen. Die Scheide des ersten Blattes von *N. graminea* Del. ist ebenfalls symmetrisch.

Andere Arten zeigen die bei *N. graminea* Del. normale Eigenthümlichkeit seltener und weit weniger entwickelt. Bei der dicht beblätterten Form von *N. Wrightiana* A. Br. tritt diese Eigenthümlichkeit mehr vermittelt auf. An der relativen Hauptaxe mit sehr verlängerten Internodien stehen erst Axen mit kürzeren Internodien, und an diesen und deren Auszweigungen mit mehr oder minder allmählig abnehmenden Internodien endlich die Axen mit dicht über einander stehenden Knoten.

Endlich muss ich noch erwähnen, dass ich bei einigen exotischen Arten bei ganz genau derselben Blattstellung keine Blüthen an der Basis der abgehenden Zweige, auch nicht an der Spitze der Triebe fand, so z. B. bei *N. graminea* Del. (?) aus Celebes, *N. indica* variet. firma A. Br. (var. rigida A. Br. l. c.) aus den Molucken, *N. conferta* A. Br. ex hb. Mart. einer von Goudot zu Magdalena gesammelten *Najas*, die ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. Baillon verdanke etc. Ob hier gar nichts von der Blüthe oder an deren Stelle angelegt wird, war an dem trockenen Material nicht absolut sicher zu entscheiden. Ich konnte Nichts dort bemerken.

THESEN.

1) Der heutige Standpunkt der botanischen Wissenschaft berechtigt uns noch nicht der Entwickelungsgeschichte eine absolut beweisende Kraft beizulegen, und dürften wir in sehr vielen Fällen noch nicht zu einem richtigen Verständniss der entwickelungsgeschichtlichen Erscheinungen gelangt sein. Die Entwickelungsgeschichte eines Organs bildet einen sehr wichtigen Theil der morphologischen Betrachtung desselben.

2) Anatomische Beschaffenheit und die Entwickelungsgeschichte, von rein anatomischer Seite betrachtet, geben keinen Aufschluss über die morphologische Natur eines Organs.

3) Bei Monstrositäten dürfen die an einem Orte neu auftretenden Bildungen nicht immer für die Metamorphose der an derselben Stelle verkümmerten Organe gehalten werden.

4) Die Geschichte der wissenschaftlichen Erkenntniss eines Objects zeigt nicht eine von Beobachter zu Beobachter fortschreitende Erkenntniss desselben. Vielmehr sind die Beobachtungen und Deutungen der Forscher nur zu häufig mehr oder minder beeinflusst durch die zu ihren Zeiten zur Geltung gelangten allgemeinen Vorstellungen oder durch die bei Untersuchungen anderer Objecte gewonnenen Anschauungen.

5) Die normale männliche Blüthe von *Typha* besteht aus drei verwachsenen Staubgefässen.

6) Die centralen Placenten der meisten mehrfächerigen Fruchtknoten sind nicht axilen Ursprungs.

7) Der Kern des Ovulum geht in den meisten Fällen aus der Spitze des Ovularhöckers (der Spitze der Axe des Ovulum) hervor, ist keine seitliche Neubildung am Ovularhöcker.

8) Die Integumente der Ovula sind seitliche Bildungen am Ovularhöcker, dessen Scheitel der Kern ist. Sie verhalten sich daher zu diesem, wie Blätter zur Achse. Sie sind nicht als metamorphosirte Fiederchen oder Blattauswüchse der Karpelle zu betrachten.

9) Die Lehre von Cramer, dass die Erzeugung geschlechtlicher Reproductionszellen bei den Phanerogamen ausschliesslich an Blattorgane gebunden sei, ist zu verwerfen.

10) Die Arten des Genus *Najas* sind die niedrigsten Monocotylen.

11) In der Centralzelle des Archegoniums der Gefässkryptogamen und Muscineae wird kein Keimbläschen gebildet; die Centralzelle selbst wird von den Spermatozoïden befruchtet und bildet die erste Zelle des Embryo, respect. der Mooskapsel.

Geboren den 29. Februar 1844 zu Berlin, Sohn des Stadtraths M. Magnus daselbst, israelitischer Confession, besuchte ich das Friedrichs-Werdersche Gymnasium zu Berlin, von dem ich Michaelis 1863 mit dem Zeugnisse der Reife entlassen wurde. Von Michaelis 1863 bis Michaelis 1865 studirte ich Medicin an der Berliner Universität. Michaelis 1865 liess ich mich in die philosophische Facultät transscribiren, um mich dem Studium der Botanik zu widmen. Von Ostern 1866 bis Michaelis 1866 studirte ich an der Universität zu Freiburg i. B. Seit Michaelis 1866 bis jetzt besuche ich die Berliner Universität.

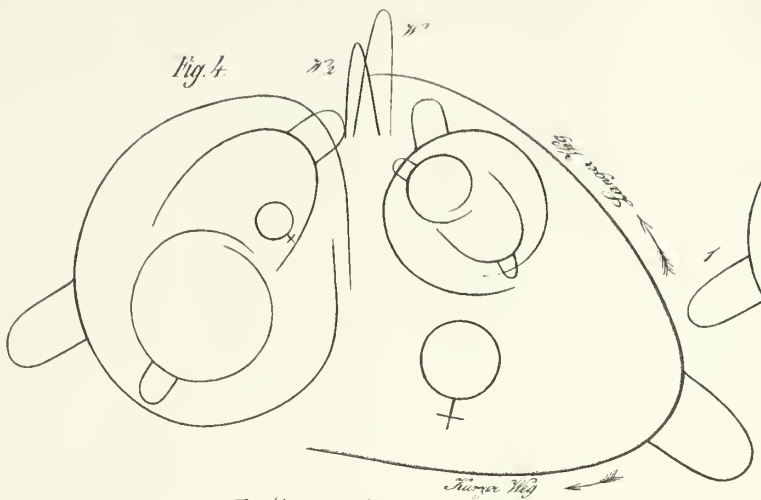


Fig. 4.
Kürzer Weg
Länger Weg

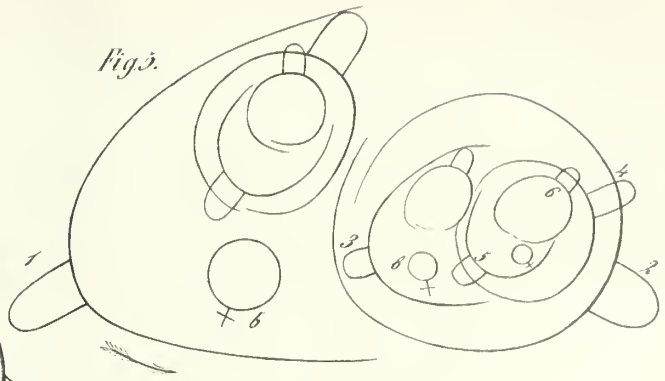


Fig 5.

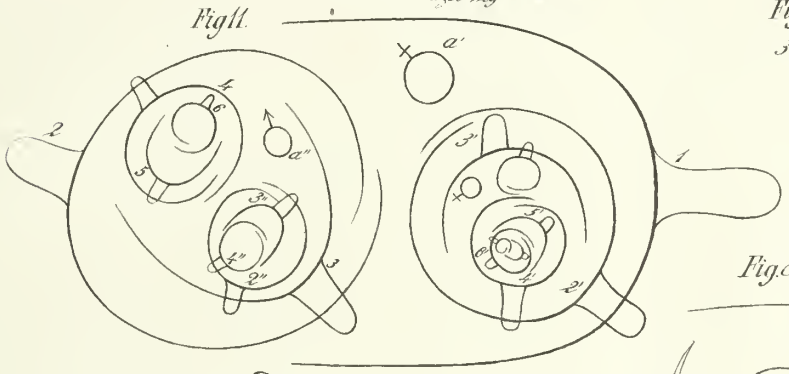


Fig 11.

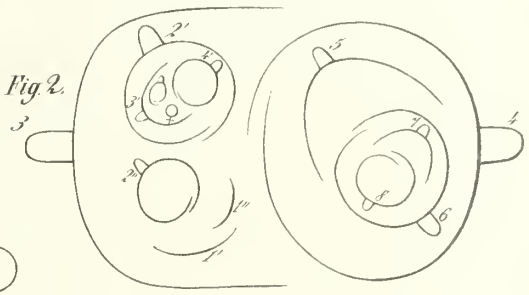


Fig 2.

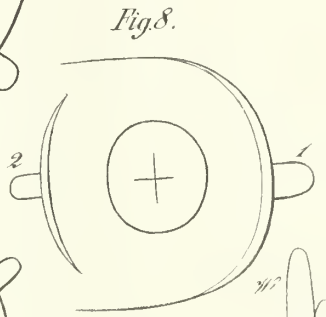


Fig 8.

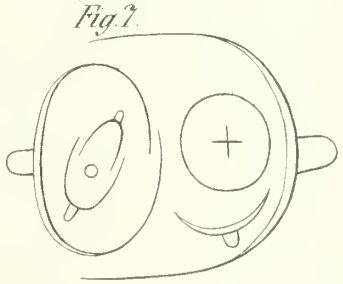


Fig 7.

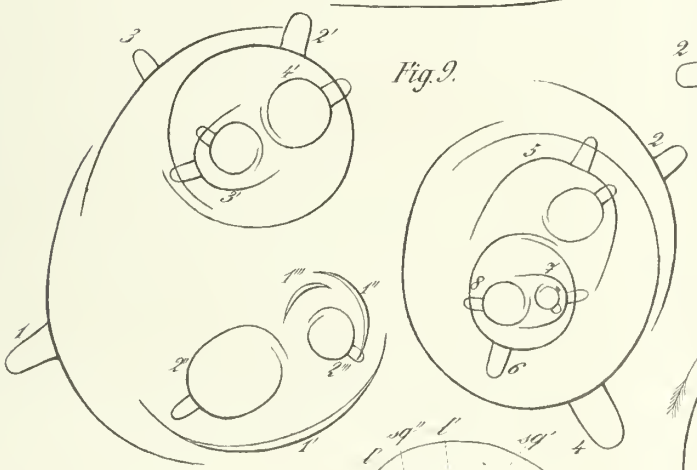


Fig 9.

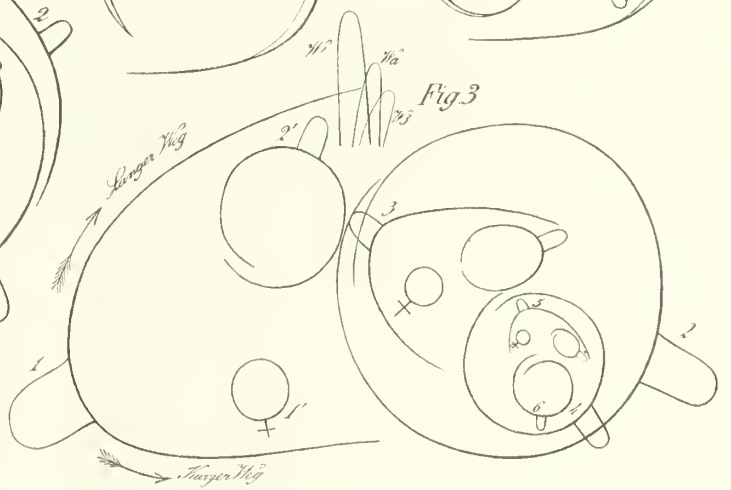


Fig 3
Länger Weg
Kürzer Weg

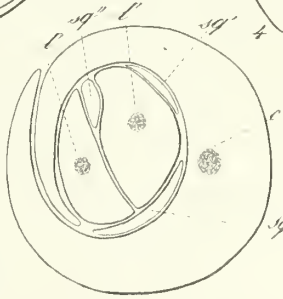


Fig 1.

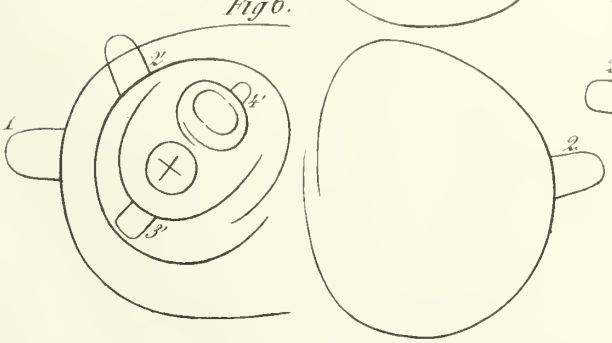


Fig 6.

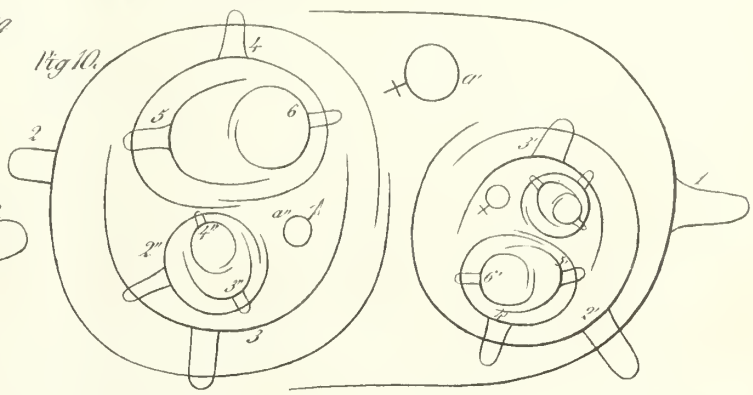


Fig 10.

BEITRÄGE

ZUR

KENNTNISS

DER

GATTUNG NAJAS L.

VON

P. MAGNUS.

MIT 8 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BERLIN.

DRUCK UND VERLAG VON GEORG REIMER.

1870.

SEINEM

HOCHVEREHRTEN LEHRER

HERRN DR. ALEXANDER BRAUN

PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT ZU BERLIN ETC. ETC.

IN

INNIGSTER DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

VORWORT.

Auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Al. Braun, habe ich die Untersuchung des Genus *Najas* unternommen. Die Untersuchung dehnte sich zuerst blos auf die deutschen Arten aus. Diese aber boten schon so grosse Mannigfaltigkeit dar, dass es wünschenswerth erschien, die ausländischen Arten mit hineinzuziehen, wodurch die Herausgabe der Arbeit bedeutend verzögert wurde. Wenn ich jetzt mit noch so manchem lückenhaften Resultate die Arbeit einstweilen abschliesse, so ist daran sowohl geringes Material, namentlich der ostindischen Arten, wie das Drängen der Zeit schuld.

Bei der Arbeit wurde ich von vielen Seiten unterstützt, wofür ich meinen herzlichsten Dank sage.

Herr Ad. Barnewitz versorgte mich wiederholentlich mit frischer *Najas major*. Herr R. Fritze sandte mir unter der freundlichen Vermittelung des Herrn Dr. L. Kny reichliches frisches Material von *N. minor* und *N. major* All. Herr Lehrer Ludwig Jahn verschaffte mir die für mich so werthvolle frische *N. flexilis* (Willd.). Die *Najas* des Königlichen Berliner Herbariums standen mir jederzeit bereit durch die Freundlichkeit der Herren Dr. Aug. Garcke und Dr. C. P. Ascherson. Durch die gefällige Vermittelung des Herrn Dr. C. P. Ascherson sandte mir Herr Dr. Reichardt die Najasarten des Kaiserlichen Wiener Herbariums. Herr Prof. Dr. Buchenau sandte mir freundlichst die Najasarten aus dem Herbarium des

Bremer naturforschenden Vereins. Herr Prof. Dr. Baillon liess mir wiederholt Proben aus dem Pariser Museum zukommen. Herrn Prof. Dr. A. de Bary verdanke ich die Benutzung des Halleschen Universitätsherbariums. Herrn Dr. C. P. Ascherson's Herbarium stand mir in dankenswerther Weise zur Untersuchung zu jeder Zeit zur Verfügung. Aber den grössten Dank schulde ich vor Allen Herrn Professor Al. Braun. Nicht nur gab er mir die Anregung zur Arbeit, sondern er liess es sich auch angelegen sein dieselbe stets auf alle Art in der freundlichsten Weise zu fördern. Er stellte mir seine reiche Najassammlung in liberalster Weise zu Gebote, sowie ich ihm verdanke, dass ich die Herbarien Boissier, Reichenbach, Martius, das Königliche Münchener Herbarium und das Kaiserliche Petersburger Herbarium benutzen konnte. Aber vor allen Dingen bin ich Herrn Professor A. Braun auf das Innigste verpflichtet für den Rath und die Leitung, die er mir bei der ganzen Arbeit angedeihen liess. Namentlich im morphologischen Theile hat er mich auf viele Punkte aufmerksam gemacht, die mir sonst entgangen wären. Seine Aufzeichnungen, sowie Prof. R. Caspary's Aufzeichnungen über die Keimung von *N. major* All. theilte er mir freundlichst mit.

Ich habe noch einige Worte über die in der Arbeit angeführten Arten zu erwähnen. Der grösste Theil derselben findet sich an folgenden Stellen beschrieben:

1) Revision of the genus Najas of Linnaeus by Alexander Braun, in Seemann's Journal of Botany II. 1864. pag. 274.
2) Prof. Alexander Braun über die von Charles Wright auf Cuba gesammelten Najasarten im Sitzungs-Bericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin am 16. Juni 1868.
3) *Najas indica* var. *gracillima* Braun Msc. ist beschrieben in „Manual of the botany of the northern united States by Asa Gray. Fifth Edition. New York 1868. pag. 681 in den Addenda."

Als *Najas arguta* H. et Kth. bezeichne ich eine in den Herbarien unter diesem Namen vorkommende von R. Sprnce am Amazonenstrom gesammelte Pflanze, wiewohl ich nicht verhehlen kann, dass es mir noch keineswegs

ausgemacht erscheint, dass die von Kunth so genannte Pflanze identisch mit der Spruce'schen ist. Das Berliner Herbarium besitzt leider so äusserst wenig von der Kunth'schen Originalpflanze, dass ich sie nicht untersuchen will, bevor ich nicht reichlicheres Material von den zu *N. arguta* gerechneten Formen untersucht habe. *N. foveolata* A. Br. ist eine auf der Insel Sumbava von Zollinger gesammelte Pflanze. *Najas ancistrocarpa* A. Br. ist eine von Wichura bei Yokuhama gesammelte Art, sehr ausgezeichnet durch die gekrümmte Frucht. *Najas horrida* A. Br. ist eine von C. Barter auf Baikie's Niger Expedition (No. 1065) bei Nupe gesammelte Pflanze. *Najas tenuis* A. Br. ist eine von J. D. Hooker in Behar gesammelte Pflanze. *Najas podostemon* P. Magnus ist eine brasilianische Art, von Pohl am Rio Maranhao gesammelt, die im Kaiserlichen Wiener Herbarium sich befindet. Daselbst ist noch eine andere ebenfalls zu dieser Art gehörige Pflanze mit der unbestimmten Bezeichnung „Hb. Endlicher Brasilia Vauthier". Ich lasse die Beschreibung derselben folgen: „Blätter mit schräg abfallenden Scheiden 12—14 Mm. lang, jederseits mit 10—13 Zähnen, Scheide jederseits mit 3—4 Zähnen, Zähne aus einer starken vielzelligen, von einer braunen Stachelzelle gekrönten Vorragung des Blattrandes gebildet. Weibliche Blüthen mit zwei bis drei Narbenschenkeln ohne Stachelschenkel, s. Taf. III. Fig. 16. Die männliche Blüthe ist lang gestielt (unde nomen), s. Taf. III. Fig. 15. Der Stiel ist ungefähr ⅔ so lang, wie der Antherenkörper. Das äussere Perigon zieht sich über der Anthere in einen engen Schnabel zusammen, dessen Mündungsrand mit drei bis fünf braunen Zähnen versehen ist. Die Anthere ist einfächrig und springt zweiklappig auf. Zuweilen findet vor dem Aufspringen der Anthere eine Streckung zwischen der Insertion der inneren und äusseren Hülle statt, wodurch die von der inneren Hülle umgebene Anthere über die äussere Hülle emporgehoben wird. Der Same ist 1,1—1,2 Mm. lang, mit den stehen bleibenden Narben 1,6 Mm. Seine Oberfläche wird von schwach hervortretenden, punktförmigen, etwas längsgestreckten Maschen gebildet, s. Taf. V. Fig. 16 und 17. Die von der Raphe entfernten Maschen sind etwa 41,1—54,8 Mikromillimeter breit und 123,3—151,4 Mikromillimeter lang."

Eine andere höchst wahrscheinlich auch neue Art, die Poeppig am Amazonenstrom gesammelt hat, habe ich einstweilen unbenannt gelassen, da ich nicht weiss, was *Caulinia tenella* Nees oder *Najas tenera* Schrad. ist. cf. Steudel Nomenclator botanicus, pars I. pag. 312 u. pars II. pag. 180.

Vielleicht ist es dem Prioritätsprincip angemessener *N. microdon* A. Br. mit *N. guadalupensis* (Spr.) zu bezeichnen, da Sprengel diese Form schon 1825 mit einem eigenen Artnamen bezeichnete. Sprengel verstand unter seiner Bezeichnung jedenfalls nur die eine Form der *N. microdon* A. Br. Ich gebe daher der letzteren Bezeichnung in dieser Arbeit den Vorzug, da es mir hier vor allen Dingen darauf ankömmt, mich möglichst präcis auszudrücken.

Berlin, im Mai 1870.

P. Magnus.

HISTORISCHE EINLEITUNG.

Die erste wirklich wissenschaftliche Beschreibung von *Najas* verdanken wir dem Pariser Botaniker Vaillant, der sie in den „Mémoires de Mathématique et de Physique de l'Académie Royale des sciences de 1719“ unter dem Namen „*Fluvialis*“ beschreibt und eine ganz hübsche Abbildung Pl. I. Fig. 2 dazu giebt. Er unterscheidet schon ganz richtig die männlichen und weiblichen Blüthen. Den Bau der weiblichen Blüthe fasst er bereits so auf, wie er noch heutzutage allgemein aufgefasst wird, nämlich als Ovarium uniovulatum, doch meint er, dass sie eine solide und einsamige Kapsel würde. Ueber den Bau der männlichen Blüthe ist sein Urtheil unbestimmt und schwankend. Er nennt sie unvollständig, regelmässig und monopetal. In der Erklärung der Figuren pag. 44 sagt er „fleurs mâles contenant chacune plusieurs testicules ou étamines.“ Letztere Auffassung sprach ungefähr 80 Jahr später Willdenow aus. Die Stellung der Blüthen beschreibt er als einzeln in den Blattachseln stehend. Auffallend ist seine Angabe, dass die Pflanze monöcisch ist, da nach dem Baue der männlichen Blüthe nur *Najas major* All. die beschriebene und abgebildete Pflanze sein kann. Er unterscheidet bereits zwei Arten, die er um Paris beobachtete, „*Fluvialis vulgaris latifolia*“ (*Najas major* All.) und „*Fluvialis augusto longoque folio*“ (*Najas minor* All.) und führt noch eine dritte an nach einer Beschreibung von Rajus, die sich blos auf Blätter und Bestachelung bezieht. Diese letztere ist offenbar nur eine sehr bestachelte Form von *Najas major* All.

Bald nach ihm lieferte uns Micheli in seinen „Nova plantarum genera juxta Tournefortii Methodum disposita. Florenz 1729“ pag. 11 eine genaue Beschreibung und schöne Abbildung von *Najas*, ebenfalls unter dem Namen „*Fluvialis.*“ Die männliche und weibliche Pflanze von *Najas major* All. beschreibt er als zwei verschiedene Species, die männliche als „*Fluvialis latifolia fructu tetraspermo,*“ die weibliche als „*Fluvialis latifolia fructu monospermo.*“ Die aufgesprungene Blüthe der männlichen Pflanze beschreibt er recht genau und bildet die vier zurückgeschlagenen Klappen vor den

Antherenfächern sehr gut ab (nur in Tab. 8. Fig. 2 ist ihm eine aufgesprungene männliche Blüthe an den unrechten Platz gerathen), doch deutet er sie fälschlich als viersamige Frucht der *Fl. fructu tetraspermo.* Dieser Irrthum von Micheli zieht sich bis zu Willdenow fast durch alle Schriftsteller hindurch. Ausserdem bildet er noch recht gut *Najas minor* ab und unterscheidet sie als dritte Art; doch kannte er nur ihre weiblichen Blüthen.

Linné stellte unsere Pflanze in die Dioecia, Monandria. Die männliche Blüthe beschreibt er mit einem cylindrischen zweitheiligen Kelch und einer viertheiligen Blumenkrone. Die weibliche Blüthe fasst er ebenso wie Vaillant auf, und nennt auch die Frucht eine einsamige Kapsel. Er hält *Najas major* All. und *Najas minor* All. für Varietäten einer Art, übersieht die männliche Blüthe von *Najas minor* All. ebenfalls, und daher auch deren monöcisches Verhalten.

Jussieu[1]) stellt *Najas* unter die Acotylen und bezeichnet sie merkwürdiger Weise als Monoica, wiewohl aus seiner Characteristik des Genus klar hervorgeht, dass er hauptsächlich *Najas major* All. beobachtet hat. Seine Auffassung der männlichen Blüthe ist weit besser, als die Linné's. Er erkennt, dass die vierspaltige Corolle Linné's vier von dem Körper der Anthere zurückspringende Klappen sind und meint demgemäss, dass die männliche Blüthe aus einem zweispaltigen Kelche und einem Staubgefässe mit langem Filamente und vierklappig aufspringender Anthere bestehe. Von den weiblichen Blüthen sagt er, dass sie bald einsamige, bald viersamige Nüsschen werden, welches letztere er offenbar aus Micheli mit herübergenommen hat. Die Blätter beschreibt er in dreiblätterigen Quirlen stehend.

Allione in seiner „Flora Pedemontana Tom. II. Turin 1785" unterschied wieder im Gegensatz zu Linné *Najas minor* und *Najas major* als distincte Species. Zu *Najas major* zog er Micheli's beide ersten Arten und erkannte er richtig die männliche Pflanze als solche, doch konnte er sich bei der Beschreibung von *Najas major* nicht ganz von Micheli's Autorität befreien, woher auch er ihr ein- und viersamige Kapseln zuschrieb. Ebenso wie Allione unterschied auch Roth[2]) *Najas major* und *minor* als Arten. Männliche und weibliche Blüthen beschreibt dieser wie Linné. Die Frucht nennt er eine Nux.

Die männliche Blüthe von *Najas minor* All. wurde zuerst von Schkuhr beobachtet. In seinem „Botanischen Handbuche" Bd. III. pag. 258. Taf. 296 beschreibt er sie und bildet sie ab. Nach ihm besteht sie aus einem länglichen, bauchigen Staubgefässe, das sich an der Spitze mit zwei oder drei Zähnen öffnet. Einen Kelch bei der männlichen Blüthe sah er nur sehr selten als eine kurze Scheide an der Grundfläche. *Najas major* All. hat er nicht beobachtet, doch erkennt er klar, dass der Bau der männlichen Blüthe von *Najas minor* All. ganz verschieden ist von dem bei *Najas major* All. be-

[1]) Jussieu Genera plantarum secundum ordines naturales disposita. Paris 1789.

[2]) Alb. Guilelm. Roth. Tentamen florae Germaniae. Tom. II. Pars II. Lipsiae 1793. pag. 499.

schriebenen und spricht deshalb Zweifel über die generische Zusammengehörigkeit von *Najas major* All. und *N. minor* All. aus. Ueber die Stellung der Blüthen verfiel er in einen sehr schweren Irrthum. Da er die jungen, namentlich die männlichen Blüthen, nur an der Spitze der Aeste, wo die Internodien noch nicht gestreckt sind, untersuchen konnte, so sagt er, „die männlichen und weiblichen Blüthen sitzen in den obersten Blätterbüscheln in der Mitte beisammen, wo die Blätter noch am kleinsten sind," l. c., zweifelt sogar, ob nicht mehrere dieser Blumen zusammen wegen ihrer Stellung als eine Zwitterblüthe anzusehen seien, und glaubt, dass von diesen Blüthen für gewöhnlich alle bis auf eine fehlschlagen. Dieser Irrthum ging in Nees „Genera plantarum," Endlicher „Genera plantarum" u. s. w. über und hat sich bis in die neuesten Floren und systematischen Schriften noch hingezogen, z. B. Wimmer „Flora Schlesiens" 3. Anflage. 1857. pag. 135, Parlatore „Flore Italiana" 1858. Vol. III. pag. 662, Maoût et Decaisne „Traité général de Botanique descriptive et analytique." Paris 1868. pag. 647. Die weiblichen Blüthen beschrieb Schkuhr wie Vaillant und Linné.

Die von Schkuhr vermuthete generische Verschiedenheit von *N. major* All. und *N. minor* All. führt Willdenow, wesentlich auf Schkuhr's Beobachtungen gestützt, aus in den „Mémoires de l'Académie Royale des sciences de Berlin 1798. Classe de philosophie expérimentale" pag. 87. Die vierfächerige Anthere der männlichen Blüthe von *N. major* All. fasst er auf als vier Antheren, die der Länge nach mit der vierspaltigen Corolle verwachsen seien. Sie bildet hauptsächlich den Gattungscharacter von *Najas*. Die männliche Blüthe von *N. minor* All. beschreibt er wie Schkuhr, ohne Kelch, ohne Blumenkrone, mit einer länglichen, am Scheitel aufspringenden Anthere. Auf diese Verschiedenheit des Baues der männlichen Blüthe von dem von *N. major* All. gründete er das Genus Caulinia, jedenfalls eine natürliche Abtheilung, wiewohl grade die von Willdenow behaupteten Verschiedenheiten der männlichen Blüthen in Beziehung auf Corolle und Kelch nicht vorhanden sind. Die weiblichen Blüthen beider Gattungen beschreibt er wie Vaillant, Linné u. s. w. Die Frucht beider Gattungen nennt er Capsula.

Eine Analyse der Frucht von *N. major* All. gab L. C. Richard in seiner Schrift „Analyse botanique des embryons Endorhizes etc." Ann. du Muséum d'histoire naturelle T. XVII. Paris 1811. p. 233. Er meint, dass der Same von einem nicht aufspringenden Pericarpium umgeben sei, an dessen einer Seite im obersten Drittel er herabhänge. Die sehr dünne Samenschale schliesse unmittelbar den Embryo ein. Gemmula, Cotyledon und die grosse Radicula beschreibt er richtig.

Robert Brown[1]) beschrieb die männliche Blüthe von *N. tenuifolia* R. Br. als bestehend aus einem Staubgefässe mit Filament und einfächeriger Anthere, umgeben

[1]) Prodromus florae Novae Hollandiae. Ed. II. von Nees v. Esenbeck. 1827. pag. 201.

von einer ungetheilten Spatha oder Perianthium. Diese Auffassung hat bis heute Geltung unter den Autoren behalten. R. Brown zieht auch wieder *Najas* Willd. und *Caulinia* Willd. in ein Genus *Najas* L. zusammen. Hierin stimmten ihm viele Forscher, unter Anderen auch Chamisso und Horkel bei. Letzterer begründete dies in einem Vortrage, den er in der Naturforscher-Versammlung zu Hamburg im Jahre 1830 hielt. Leider konnte ich nur das kurze Referat darüber in der Regensburger Flora Jahrgang XIV. 1831. pag. 89 vergleichen. Er betont im Gegensatz zu Schkuhr und Willdenow, dass das Perianthium der männlichen Blüthen von *N. major* All. und *N. minor* All. gleich sei, und nur die Antheren verschieden seien. Deshalb seien sie generisch nicht zu trennen. Die Anthere von *N. minor* All. hielt er für zweifächerig nach Kunth „Enumeratio plantarum omnium hucusque cognitarum." 1841. Bd. III. pag. 113. Er spricht auch bestimmt aus, dass die von Micheli abgebildete *Najas fructu tetraspermo* die *N. tetrasperma* Willd., die männliche Pflanze von *N. major* All. ist, und dass es keine *Najas* mit viersamigen Früchten giebt. Dasselbe hatte schon Mundt vermuthungsweise ausgesprochen in den von Chamisso herausgegebenen „Adnotationes ad floram Berolinensem" 1815 und Chamisso 1829 in Linnaea Bd. IV. pag. 498 ausführlich begründet. Die Frucht von *N. major* All. nennt Chamisso l. c. eine Drupa.

Etwa zu derselben Zeit gab Reichenbach in seiner „Flora germanica excursoria." Leipzig 1830—1832. pag. 151 eine Beschreibung der Gattung *Najas*. Die männlichen Blüthen beschrieb er so wie Jussieu und R. Brown. Die weibliche Blüthe aber besteht nach seiner Auffassung aus einem zwei- bis dreispaltigen Kelch, dem Carpell oder Germen der anderen Autoren, der ein Ovarium ohne Griffel mit sitzender stumpfer Narbe einschliesst, wofür er das Ovulum nahm.

Eine eigenthümliche Beschreibung von *N. major* All. wurde in Linnaea Bd. IX. 1834. pag. 516 und Bd. X. 1835. pag. 225 von einer unbekannten Verfasserin F. gegeben. Die weibliche Blüthe beschreibt sie wie Vaillant, Linné u. s. w. Die Frucht nennt sie eine Drupa. Der männlichen Blüthe wird Kelch und Blumenkrone abgesprochen; hingegen ist die Anthere von einer am Scheitel ungleich vierzähnigen Membran bedeckt. Die Beschreibung ist so kurz, dass man nicht ermessen kann, welchen morphologischen Gedanken die Verfasserin etwa dabei gehabt haben mag. In seiner Nachschrift dazu erkennt Schlechtendal nicht, dass der Calyx und das Perigonium bilobum der anderen Autoren identisch mit dieser die Anthere bedeckenden Membran ist, sondern hält die von der Verfasserin gesehene Blüthenstructur für total verschieden von der von den anderen Autoren beschriebenen.

Durch diese Beschreibung veranlasst, unterwarf Knut Fr. Thedenius *N. major* All. einer Untersuchung. Seine Abhandlung darüber ist übersetzt in der Regensburger Flora 1840. Jahrgang 23. Bd. I. pag. 305. Die männliche Blüthe fasst er wie Jussieu auf, die weibliche wie Reichenbach; nur spricht er dem vom zwei- bis vierspaltigen

Perigon umschlossenen Ovarium die Narbe ab. In Uebereinstimmung mit dieser Vorstellung meint er, dass die Frucht eine vom Perigon eng eingeschlossene Nuss ist, wie auch L. C. Richard die Frucht als Nuss aufgefasst hatte. Dieser Auffassung der weiblichen Najas-Blüthe von Reichenbach und Thedenius, die das Ovulum für ein Ovarium nehmen, folgte Koch in seiner „Synopsis florae Germaniae" ed. secunda, pars II. 1844. pag. 782.

In den Jahren 1835 und 1839 machte Professor Alex. Braun seine älteren Beobachtungen über *Najas,* wo er ausser der Stellung der Blüthen, worauf ich nachher kommen werde, auch namentlich die männliche Blüthe von *N. major* All. genau untersuchte und sehr schön abbildete. Diese Abbildung theilte er Nees v. Esenbeck mit, der sie in seinen „Genera plantarum florae germanicae iconibus et descriptionibus illustrata" Vol. III. Bonn 1845 auf der Tafel von *Caulinia fragilis* Willd. mittheilte. Doch verstand ihn Nees zuerst falsch und meinte, dass Alex. Braun an der männlichen Blüthe von *Najas major* All. ein doppeltes Perianthium abbilden wollte, dessen Inneres in vier Lappen zerreisse. Dies spricht Nees in der Anmerkung zum Character des Genus *Najas* aus. Aber bei der Erklärung der Figuren, die er, wie erwähnt, beim Genus *Caulinia* giebt, stellt er es richtig im Sinne Braun's dar, der die männliche Blüthe als mit einfachem Perigon versehen wie Jussieu auffasste [1]). Wir werden nachher sehen, dass in der That die männliche Blüthe von *Najas* ein doppeltes Perianthium hat, dass aber doch der von den vier inneren zurückgerollten Lappen eingeschlossene Körper die aufgesprungene Anthere ist, der Pollen also nicht mehr von der Antherenwandung eingeschlossen ist, während es nach der von Nees aus Missverständniss Alex. Braun vindicirten Ansicht [2]) die geschlossene unverletzte Anthere noch sein müsste. Die weibliche Blüthe von *N. major* All. erklärt Nees wie Vaillant, Linné u. s. w., die Frucht nennt er eine Drupa und beschreibt die verschiedenen Schichten der vermeintlichen Steinschale der Frucht. Die männliche Blüthe von *Caulinia* beschreibt er wie Robert Brown, Reichenbach etc. Höchst sonderbar aber beschreibt er die weibliche Blüthe von *Caulinia.* Er legt ihr ein sehr dünnes Perianthium bei, das mit dem länglichen mit zwei oder drei Narbenschenkeln versehenen, einfächerigen, eineiigen Fruchtknoten verwachsen sei. Was ihn zu dieser Darstellung veranlasst hat, vermag ich nicht einzusehen, um so mehr, da er sicher *N. minor* All. untersucht hat, wie aus seinem mit zwei bis drei Narbenschenkeln versehenen Fruchtknoten und aus der Anmerkung evident hervorgeht. An seiner Abbildung ist auch nichts davon zu sehen. Die Frucht von *Caulinia* nennt er eine Nucula.

---

[1]) Nees l. c. Fig. 13. Fl. masc. Najadis majoris perianthio reflexo et anthera dehiscente. Vgl. auch Dr. P. Aschersón, Flora der Provinz Brandenburg. Erste Abtheilung. Berlin 1864. pag. 669.

[2]) Nees l. c. bei Najas: „In Najade majori duplex reperitur perianthium, quorum interius demum pedicello suffultum in lacinias quatuor dehiscit."

Endlicher hat in den „Genera plantarum“ seine Beschreibungen von *Najas* und *Caulinia* aus Nees geschöpft und so dessen sämmtliche Fehler und Missverständnisse mit aufgenommen. Daher giebt er denselben Bau der weiblichen Blüthe von *Caulinia* an, ebenso wie die von Nees aus Missverständniss Alex. Braun vindicirte Darstellung der männlichen Blüthe von *Najas*. Die Frucht bezeichnet Endlicher sowohl bei *Najas* wie bei *Caulinia* als Nucula. In seiner späteren Schrift „Enchiridion botanicum, exhibens classes et ordines plantarum. Wien 1841“ liegt seiner Characteristik der *Najadeae* die von Jussieu und Alex. Braun ausgesprochene Auffassung der männlichen Najas-Blüthe zu Grunde. Dort sagt er pag. 124: „Perigonium in floribus staminigeris saepissime nullum, nunc ejus loco tunica membranacea cellulosa, simplex, antheras extus vestiens, irregulariter vel subregulariter rumpens — — — — — —.“

Meisner folgte ebenfalls in seinen „Plantarum vascularium genera secundum ordines naturales digesta eorumque differentiae et affinitates tabulis diagnosticis expositae“ blindlings der Beschreibung von Nees in der Characterisirung der Genera *Najas* und *Caulinia*.

Die von Endlicher in den „Genera plantarum“ gegebene Beschreibung haben viele andere Floristen in ihren Floren copirt, wie z. B. Ledebour in seiner „Flora Rossica,“ Parlatore z. Th. in der „Flore Italiana“ etc. etc.

Eine höchst inconsequente Darstellung der Najas-Blüthe gaben Godron und Grenier in ihrer „Flore de France“ Tome III. Paris 1855. pag. 321 sqq. Die weibliche Blüthe besteht nach ihnen aus einem mit der Spatha verschmolzenen einfächerigen eineiigen Fruchtknoten, der aus zwei bis drei verwachsenen Carpellen gebildet ist und zwei bis drei an der inneren Fläche Narben führende Griffel hat. Die harte Frucht wird von der stehen bleibenden Spatha umschlossen; die Samenhaut ist membranös dünn.

Etwas consequenter ist die Darstellung der weiblichen Najas-Blüthe von Cosson und Germain in ihrer „Flore des environs de Paris“ 1861. pag. 713. Nach ihnen besteht die weibliche Blüthe aus einem freien, einfächerigen, eineiigen Ovarium, das aus zwei bis drei verwachsenen Carpellen gebildet ist, eine Annahme, zu der sie offenbar nur die zwei bis drei Narbenschenkel veranlassten. Die Frucht erklären sie für eine von Endocarpium umgebene Nuss.

In dem „Bulletin de la Société botanique de France“ Tome XIV. 1867. pag. 25 macht Arthur Gris auf die bisherige ungenaue Bezeichnung der Najas-Frucht aufmerksam, bei der man stets die Samenschale für eine Schicht der Fruchtschale genommen habe. Er selbst trennt richtig den Samen von dem stehen bleibenden, ihn umhüllenden sogenannten Ovarium.

In den neueren, besseren floristischen Werken ist, wie schon erwähnt, meistens die weibliche Blüthe wie von Vaillant, Linné, Jussieu u. s. w. beschrieben, die männliche wie von Jussieu, Thedenius, Alex. Braun. Die Frucht wird als Nüsschen

oder Steinfrucht etc. bezeichnet. So in „Garcke Flora von Nord- und Mitteldeutschland," in „Ascherson Flora der Provinz Brandenburg," „Dr. Th. Fr. Marsson Flora von Neu-Vorpommern. Leipzig 1869," „Gray Manual of the Botany of the northern United States. Fifth edition. New-York 1868."

Ausserdem liegen noch Angaben von Griffith über den Bau der Blüthen ostindischer Najas-Arten vor, die nach dessen Tode in den „Posthumous papers of Griffith" von John M. Clelland veröffentlicht wurden, und zwar in den „Notulae ad plantas asiaticas by the late William Griffith, arranged by John M. Clelland. Part III. Monocotyledonous plants. Calcutta 1847." pag. 179—189. Die weiblichen Blüthen beschreibt er im Allgemeinen wie Vaillant, Linné u. s. w. Nur bei *N. rigida* Griff. giebt er ein von einem stachelführenden Perianthium umschlossenes Pistill an. Die männlichen Blüthen beschreibt er meistentheils bis auf ein paar dunkle, unklare Stellen mit einer Blüthenhülle, und giebt an, dass die Anthere von *N. seminuda* Griff. (wahrscheinlich = *N. graminea* Del.) und *N. ternata* Roxburgh zweifächerig ist. Von *N. seminuda* Griff. bildet er sie sogar zweifächerig ab.

Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen giebt es von Schleiden und Griffith. Schleiden stellt die Entwickelungsgeschichte der Blüthen von *Caulinia* dar bei der allgemeinen Besprechung der Blüthentheile in seinen „Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik. II. Theil. Morphologie, Organologie. Leipzig 1843." pag. 309. Ihm scheint die Entwickelung der Caulinia-Blüthe so wunderbar, dass er hinzusetzt: „wenn ich anders recht gesehen habe." Nach ihm bildet sich sowohl bei der männlichen, wie bei der weiblichen Blüthe das Deckblättchen zu einem krugförmigen Organ aus, das bei der weiblichen Blüthe einen Fruchtknoten mit zwei Stigmata, bei der männlichen eine Blüthenhülle nachahmt. Bei der weiblichen Blüthe wird das vom Deckblättchen umfasste Zäpfchen zur Samenknospe, indem es sich mit zwei Hüllen umgiebt und sich krümmt; bei der männlichen Blüthe umgiebt sich das vom Deckblättchen umfasste Zäpfchen nur mit einer Hülle, die es allmählich überkleidet, und löst sich ganz zu Pollen auf. Wunderbar ist es, dass alle späteren Autoren diese Schleiden'schen Angaben gänzlich unberücksichtigt gelassen haben, so dass sie mir erst bekannt wurden, als ich zur Zusammenstellung des historischen Theils bemüht war, die Ansicht der hervorragendsten Botaniker über Staubblatt- und Antherenbildung bei *Najas* kennen zu lernen. Möglich, dass Schleiden's ausgesprochener Zweifel die Veranlassung dazu gab.

Die Untersuchungen Griffith's wurden nach seinem Tode l. c. herausgegeben. Die Angaben sind oft sehr dunkel und unklar, und hält es sehr schwer, sich hindurchzufinden. Die jungen Anlagen der Blüthen, sagt Griffith sehr richtig, ähneln sehr einem jungen Ovulum mit einem Integument, dessen Nucleus noch beträchtlich hervorragt. Dieser letztere wird allmählich von dem ringförmigen Walle überwachsen. Dieses Gebilde könne nun entweder auf die männliche oder auf die weibliche Blüthe bezogen

werden. Von hier an weiter ist die Deutung sehr schwankend. Mit Scharfsinn macht er l. c. pag. 187 darauf aufmerksam, dass, wenn es die Anlagen junger, weiblicher Blüthen sind, das Ovulum die directe Fortsetzung der Axe wäre und die Entwickelung des Ovulum der des Pistills vorausginge [1]); dass dieses Verhalten der Analogie mit allen anderen Pflanzen widerspreche, da bei allen anderen erst das Pistill gebildet werde und dann aus ihm die Placenta mit ihren Producten, den Ovulis, ihren Ursprung nehme. (Dieser letztere Satz gilt selbstverständlich nicht für die mit axilen Placenta's oder axilen Ovulis versehenen Fruchtknoten. P. Magnus.) Doch giebt Griffith auch an, dass er gelegentlich zweilappige Körper mit einem dunkeln centralen Kern gesehen habe, die besser mit der Carpellarstructur übereinstimmten, da, aus der Kleinheit des Kerns zu schliessen, die Bildung nach dem Centrum fortschritte [2]). Die Entwickelung der männlichen Blüthe aus dem jungen ovulumartigen Körper kann sich Griffith aber gar nicht erklären, da die Antheren nimmer terminale Axenkörper sein könnten [3]). Die Entwickelung der Blüthenhülle sah er nicht und meint, dass der Uebergang von einer rudimentären Anlage zu einem vollständig ausgebildeten Staubgefässe sehr plötzlich sei.

Die Pollenentwickelung und Embryologie von *Najas major* All. hat W. Hofmeister genau beschrieben in „Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen. II. Monocotyledonen. Bd. VII. der Abhandlungen der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1861." Den anatomischen Bau des Stengels von *Caulinia fragilis* Willd. (*Naj. minor* All.) beschrieb Amici genau und ausführlich in den „Memorie di Matematica e di Fisica della Società italiana delle scienze, residente in Modena. Tomo XIX. parte contenente le memorie di fisica. Modena 1823. pag. 234. Osservazioni microscopiche di Signor Prof. Gio Battista Amici. Articolo primo della *Caulinia fragilis*." Seite 238 hebt er scharf das Fehlen jedweder Tracheen, wie er die Spiralgefässe nannte, gegen Prof. Pollini hervor, der sie beobachtet haben wollte.

Auch Meyen betont ebenfalls besonders das Fehlen der Spiralröhren und beschreibt die Zusammensetzung des Bündels aus nur langgestreckten prismatischen Zellen [4]).

St. Hilaire, Schleiden, Schacht u. s. w. haben dies bestätigt, ohne wesentlich Neues hinzuzufügen.

---

[1]) In seiner Arbeit über *Azolla* und *Salvinia* spricht Griffith dieses in einer Anmerkung bestimmt aus, ohne dort nähere Angaben weiter zu machen. Vgl. Regensburger Flora 1846: „Ueber *Azolla* und *Salvinia* von William Griffith. Aus dem Calcutta Journal of natural history, July 1844, übersetzt von Dr. Schenk" pag. 497. Anm.

[2]) l. c. pag. 187 and in which from the smallness of the nucleus or cavity the formation would be towards the centre.

[3]) l. c. pag. 187: but this will not explain the males, which are never perhaps terminal bodies.

[4]) Meyen, Phytotomie. Berlin 1830. pag. 233 und Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. I. Berlin 1837. pag. 327.

R. Caspary [1]) fand bei seinen genauen Untersuchungen über die Zusammensetzung der Gefässbündel, dass bei *N. major* All., *N. minor* All., *N. flexilis* (Willd.) in Wurzel, Stamm und Blatt das Bündel nur aus einfach geschlossenen Leitzellen besteht, und zu keiner Zeit dort Gefässe auftreten. Nur bei *N. flexilis* (Willd.) beobachtete er im Grunde des Funiculus einige ring- oder ringstückförmig verdickte Zellen. Die Entstehung des Intercellularcanals in der Mitte des Bündels von *N. major* All. beschrieb A. B. Frank [2]). Er beobachtete, dass der centrale Gang durch Resorption der Membranen einer Reihe übereinander befindlicher dünnwandiger, langgestreckter Zellen sich bildet.

Die Strömung des Protoplasma in den Zellen von *Najas* wurde zuerst von Amici an *N. minor* All. beobachtet, der sie in der oben angeführten Arbeit ausführlich beschrieb und auch die Richtung des Stromes in den verschiedenen Tubi, wie er die Zellen nannte, genau angab. Amici meint zwar l. c. pag. 236, dass eine Pflanze, an der Corti in seinen „Osservazioni microscopiche sulla Tremella e sulla circulazione in una piunta acquajuola. Lucca 1774“ die Saftströmung beobachtet hat, die aber Corti nicht mit botanischem Namen bezeichnen konnte, sondern nur beschrieb und abbildete, *Caulinia fragilis* Willd. gewesen sei, wozu ihn Professor Fabbriani veranlasst hatte; aber genaue Vergleichung des Corti'schen Textes und seiner Abbildungen lässt keinen Zweifel, dass Corti nur an *Characeae* die Saftströmung beobachtete, wie das auch Corti selbst wusste, da er alle als Arten von *Chara* auffasste. Die Meinung von Amici, dass Corti schon die Saftströmung an *Najas* beobachtet habe, findet sich bei Meyen, Schleiden wieder. An *N. major* All. scheint Horkel [3]) zuerst die Strömung des Zellsaftes beobachtet zu haben. Meyen, Schleiden, Schacht u. A. stellen die Strömung in den Zellen von *Najas* ebenso wie Amici in ihren allgemeinen Lehrbüchern dar.

Stellungsverhältnisse der Blüthen und Sprosse bei *Najas* haben zwar schon manche ältere Beobachter richtig gesehen, so vor Allen Roth [4]) und Thedenius [5]), aber sie haben sie entweder gar nicht gedeutet, wie Roth, oder so schlecht ohne irgend welche morphologische Ueberlegung gedeutet, wie Thedenius, dass ich diesen Angaben durchaus keinen Platz in der Geschichte der morphologischen Auffassung der Blattstellung und Sprossfolge von *Najas* einräumen kann. Diese datirt erst seit Alexander Braun,

---

[1]) R. Caspary in seiner Arbeit „die Hydrilleen“ in Pringsheim's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik Bd. I. pag. 515 und Caspary „Ueber die Gefässbündel der Pflanzen“ in den Monatsberichten der Akademie von Berlin 1862 pag. 474.

[2]) Beiträge zur Pflanzenphysiologie von Dr. A. B. Frank. Leipzig 1868. pag. 133.

[3]) Horkel in Meyen Phytotomie pag. 178.

[4]) Roth, Tentamen florae Germaniae. Tom. II. Leipzig 1793. pag. 500. Observ. II.: „Nuces in caule ramisque ad unum latus, et quidem, ut mihi videtur, dextrorsum positae; ita evadunt secundae.“

[5]) Pr. Fr. Thedenius, Regensburger Flora Jahrgang 23. Bd. I. 1840. pag. 306: „Folia infima bina opposita basin caulis turgidam amplectentia, saepe integerrima, decidua; reliqua amplectentia utrinque sinuato-dentata — — — —, terna verticellata, quorum duo basi vaginante partes infimas ramorum geminorum patentium implectuntur; tertium autem florem vel fructum includit. Flores axillares plerumque solitarii, nonunnquam bini vel terni.

wie ja überhaupt erst A. Braun und C. Schimper die Morphologie der Blattstellung und Sprossfolge begründet haben. Die Auffassung A. Braun's hat Döll in der „Rheinischen Flora 1843" und in der „Flora des Grossherzogthums Baden. Theil I. 1857" mitgetheilt; Braun selbst gab ein kurzes Résumé in dem „Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, 18. October 1864." Nach ihm stehen die Blätter in sich unter schiefem Winkel kreuzenden Blattpaaren. Die Aufeinanderfolge der Blattpaare schreitet in derselben Richtung spiralig fort. Das erste Blatt eines jeden Blattpaares hat einen Zweig in seiner Achsel, das zweite Blatt ist stets ohne Achselspross. Der Zweig beginnt mit einem grundständigen Blattpaare, das unter einem schiefen Winkel die Mediane des Mutterblattes kreuzt. Nur das zweite Blatt dieses grundständigen Blattpaares ist laubblattartig ausgebildet; seine basilare Stellung lässt die Quirle dreiblättrig erscheinen. Das erste Blatt dieses grundständigen Blattpaares des Zweiges ist unterdrückt; die Blüthe ist der Achselspross dieses unterdrückten Blattes. An den untersten Zweigen ist dieses erste Blatt als grundständiges, schuppenförmiges Niederblatt ausgebildet. Sämmtliche Zweige sind mit dem Hauptspross homodrom.

Ganz anders erklärte Thilo Irmisch[1]) die Sprossfolge bei *Najas*. Nach ihm steht die Blüthe terminal. Die beiden Blätter des der Blüthe unmittelbar vorhergehenden Blattpaares haben beide einen Achselspross. Der Spross in der Achsel des unteren Blattes ist der schwächere; in den unteren Verzweigungen hat er drei Laubblätter unter der ihm abgrenzenden Blüthe, ein basilares knospenloses und zwei aneinander gerückte knospentragende dicht unter der Blüthe. In den oberen Verzweigungen schlägt er oft fehl. Der obere geförderte Spross hat nur zwei dicht unter der Blüthe stehende knospentragende Blätter. Diese beiden Sprosse sind antidrom zu einander. Die geförderten Sprosse der aufeinander folgenden Ordnungen sind homodrom, schraubelartig verkettet. Am schwächeren Sprosse ist, wenn er sich verzweigt, umgekehrt vom Verhalten des geförderten, der untere Zweig mit ihm homodrom, der obere antidrom. Zu der Annahme, dass die Blüthe von *Najas* gipfelständig sei, scheint Irmisch mit durch die Betrachtung von *Zanichellia* gekommen zu sein. Wenigstens wirft er schon in der Regensburger Flora 1851 in dem Aufsatze „Ueber die Inflorescenz der deutschen Potameen" bei der Betrachtung von *Zanichellia* in der Anmerkung die Frage auf, ob nicht die Blüthe von *Najas* auch eine Gipfelblüthe sei. Und in der That hat die Annahme von Irmisch, da sie die Stellung der Blüthe weit einfacher erklärt, als A. Braun, und bei der scheinbaren Analogie mit *Zanichellia* auf den ersten Blick sehr viel Verlockendes. Ich werde aber später bei der Besprechung des morphologischen Aufbaues einige Thatsachen anzuführen haben, die die Richtigkeit der Auffassung A. Braun's mit zwingenden Gründen darlegen.

[1]) Cf. Regensburger Flora. 48. Jahrgang. 1865. pag. 83. Anm.

KEIMUNG UND MORPHOLOGISCHER AUFBAU VON NAJAS.

Die ersten Stadien der Keimung von *Najas major* All. hat schon Thilo Irmisch in der Regensburger Flora 1865. pag. 83 Anmerkung beschrieben, und ausserdem liegen mir noch Beobachtungen von Hrn. Prof. R. Caspary vor, die mir Hr. Prof. Braun gütigst mittheilte. Ich selbst konnte nur schon vollkommen freie Keimpflanzen beobachten, die ich der Gefälligkeit des Hrn. Ad. Barnewitz verdanke. Während Irmisch nur beobachtete, dass die Samenschale bei der Keimung der Länge nach gespalten wird, beobachtete Caspary auch noch ausserdem, dass die Samenschale bei der Keimung durch einen transversalen Querriss nahe ihrem unteren Ende in zwei ungleiche Hälften getrennt wird, von denen die obere grössere noch einige Zeit auf der Spitze des Cotyledon sitzen bleibt, wie auch nach Irmisch die der Länge nach gespaltene Samenschale öfter vom Cotyledon mit emporgehoben wird. Der Keimling hat eine Hauptwurzel, deren oberes Ende sich durch eine Zone langer Saughärchen scharf gegen die hypocotyle Achse absetzt. Der Cotyledon umfasst an seiner Basis etwas mehr, als den einfachen Stengelumfang, so dass von den freien Rändern seiner Scheide einer über den anderen greift (s. Taf. I. Fig. 1). Der Scheidentheil des Keimblattes liegt dem Stengel dicht an; sein oberer von der Scheide abgehender Theil ist fast stielrund, pfriemenförmig zugespitzt. Es hat, wie die Laubblätter von *Najas*, innerhalb seiner Scheide zwei squamulae intravaginales (s. Taf. I. Fig. 1 auf dem Querschnitt bei *Najas minor* All.), die schon Irmisch in der Bot. Zeitung von Mohl und Schlechtendal, Jahrgang 1858, und in der Regensburger Flora l. c. beschrieben hat. Dicht über dem Cotyledon, durch kein gestrecktes Internodium von ihm getrennt, steht das erste Laubblattpaar, das sich mit ihm unter einem spitzen, fast rechten Winkel kreuzt. Dieses erste Laubblattpaar hat regelmässig keine Knospen in seinen Achseln. Durch ein grosses Internodium von ihm getrennt folgt ein zweites Laubblattpaar, das sich mit dem ersten unter einem spitzen Winkel kreuzt. Ein Blatt dieses Laubblattpaares umfasst an seiner Insertion etwa zwei Drittel des Stengelumfanges und deckt mit seinen Seitenrändern die Seitenränder des anderen Blattes; es ist daher das erste Blatt des Blattpaares. Das zweite Blatt umfasst mit seiner Basis, wie der Cotyledon, etwas mehr als den Stengelumfang, so dass von seinen freien Scheidenrändern einer über den anderen greift. Ferner ist auch das erste Blatt deutlich dicht unter dem zweiten inserirt. Dieses erste Blatt des zweiten Blattpaares der Keimpflanze hat in seiner Achsel einen Spross; das zweite Blatt ist, wie das

zweite Blatt aller Blattpaare steril. Der Spross in der Achsel des ersten Blattes dieses Blattpaares beginnt mit einem dicht an der Basis stehenden Blattpaare, das sich mit dem Mutterblatte unter einem spitzen Winkel kreuzt (s. Taf. I. Fig. 2). Ein Blatt dieses ersten Blattpaares des Zweiges ist ein Schuppenblatt, das andere laubartige umfasst wiederum mit seiner Basis etwas mehr, als den Stengelumfang, so dass ein freier Scheidenrand den anderen übergreift. Das Schuppenblatt steht ausserhalb dieser sich deckenden Scheidenränder. Dies beweist schon evident, dass das Schuppenblatt das erste Blatt des Zweiges ist, denn sonst müsste das andere Blatt es mit umfassen. Ein ebenso strikter Beweis folgt aus der Vergleichung mit den folgenden Blattpaaren des Zweiges. Diese kreuzen sich successiv unter spitzen Winkeln, und zwar weichen immer die ersten Blätter von den je vorhergehenden um diesen Winkel in derselben Richtung ab. Die Spirale, die die ersten Blätter der Blattpaare verbindet, führt auf das grundständige Schuppenblatt; die Spirale, die die zweiten Blätter der Blattpaare verbindet, führt auf das grundständige, stengelumfassende Laubblatt des Zweiges. Hiermit stimmen auch vortrefflich die übrigen Eigenschaften der Blätter. Das Schuppenblatt hat einen Spross in der Achsel, wie alle ersten Blätter der Blattpaare einen Achselspross haben; das stengelumfassende grundständige Laubblatt des Zweiges ist steril, wie alle zweiten Blätter der Blattpaare. Irmisch hat an seinen ganz jungen Keimpflanzen dieses Schuppenblatt nicht bemerkt; er hält das grundständige Laubblatt für das erste Blatt des unteren Zweiges, auf welche Ansicht ich später noch näher eingehen werde. Der Zweig in der Achsel des Schuppenblattes beginnt wieder mit einem grundständigen Blattpaare, dessen erstes Blatt wieder ein knospentragendes Schuppenblatt, dessen zweites ein stengelumfassendes steriles Laubblatt ist (s. Taf. I. Fig. 2. 1″ 2″), und so geht die Verzweigung aus den grundständigen Schuppenblättern der successiven Generationen weiter. An Exemplaren aus dem Roofen-See bei Menz bei Rheinsberg, die ich Mitte August unter der gefälligen Führung des Hrn. Dr. med. Winter sammelte, habe ich diese Verzweigung aus den grundständigen Schuppenblättern bis in die fünfte Generation verfolgt.

Das erste Blatt aller Blattpaare von *N. major* All. hat, wie schon gelegentlich erwähnt, in seiner Achsel einen Spross. Diesem Spross fehlt an den höheren Internodien das grundständige Schuppenblatt mit seinem Achselproducte und steht an deren Stelle die Blüthe, wie das A. Braun erkannt hat. Ob dies schon am dritten Laubblattpaare der Keimpflanze oder erst an höheren Blattpaaren eintritt, konnte ich zur Zeit noch nicht durch hinreichende Beobachtungen entscheiden. Das zweite Blatt aller Blattpaare ist steril und umfasst mit seiner Basis etwas mehr als den einfachen Stengelumfang, so dass ein freier Scheidenrand den anderen etwas deckt (s. Taf. I. Fig. 2, 3 u. 4). In der Achsel des ersten Blattes eines Blattpaares steht also ein Zweig, der mit der einen Seite ein grundständiges, stengelumfassendes Laubblatt hat; bemerkenswerth ist, dass dieses grundständige Laubblatt bei *N. major* All. constant seine Mittelrippe nach der

Seite der Mutteraxe hin gewandt hat (s. Taf. I. Fig. 3 u. 4). Auf der anderen Seite des Zweiges in gleicher Ebene mit ihm steht die Blüthe (s. Taf. I. Fig. 3 u. 4). Irmisch hält diese Blüthe für terminal an der Mutteraxe, die Fortsetzung der Mutteraxe für ein Achselproduct des zweiten Blattes. Dass dies nicht so ist, zeigt schon der Umstand, dass das zweite Blatt stengelumfassend ist; sonst würde das Tragblatt sein Achselproduct umfassen (was übrigens vorkömmt, allerdings in ganz anderer Weise, z. B. *Platanus, Philadelphus, Robinia* u. s. w.). Mit grosser Evidenz folgt es ferner aus der Vergleichung mit den Verzweigungen am zweiten Laubblattpaare der Keimpflanze. Man könnte nun daran denken, dass beide, Laubzweig und Blüthe Achselknospen eines Blattes seien, wie etwa accessorische nebeneinander stehende Beiknospen [1]). Aber für diese Auffassung liegt im vorliegenden Falle weder irgend ein morphologischer Grund vor, noch spricht die Entwicklungsgeschichte dafür. Diese letztere zeigt, dass ein Höcker im Anfang die gemeinschaftliche Anlage von Achselspross und Blüthe ist, aus dessen ungleicher Theilung sie beide hervorgehen. Wären sie accessorische Beiknospen, so sollte man erwarten, dass sie beide gleich von Anfang an als getrennte Höcker auftreten. Vom morphologischen Standpunkte aber spricht der Umstand sehr dagegen, dass, wie schon oben erwähnt, dem Zweige das grundständige Schuppenblatt sammt Achselproduct fehlt und genau an deren Stelle die Blüthe steht. Dies folgt wiederum mit Evidenz aus der Vergleichung mit den folgenden Blattpaaren. Diese folgen einander, unter spitzen Winkeln in derselben Richtung je von einander abweichend. Die Spirale nun, die die ersten Blätter der successiven Blattpaare des Zweiges verbindet, führt auf die Blüthe; die Spirale, die die zweiten Blätter der successiven Blattpaare verbindet, führt zum grundständigen stengelumfassenden Laubblatt des Zweiges. Die Blüthe entspricht also dem ersten Blatte des Zweiges mit seinem Achselproduct, dem Schuppenblatt mit seinem Zweige am Sprosse aus dem dritten Laubblatt der Keimpflanze [2]). Die Blätter

[1]) So sollen bei *Hydrilla verticillata* Casp., wo neben der Blüthe stets eine Zweigknospe in derselben Blattachsel steht, Blüthe und Zweigknospe accessorische Beiknospen in dieser Blattachsel sein nach R. Caspary in „Amtlicher Bericht über die 35ste Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Königsberg i. Pr. im September 1860 pag. 304." Accessorische nebeneinanderstehende Beiknospen treten übrigens bei Monocotylen öfters auf, z. B. bei *Cyperus Papyrus* in den Blüthenständen, die Blüthen in den Bracteen von *Musa*, die Brutzwiebeln in den Blattachseln bei *Allium sativum*, *Lilium Martagon* und den Zwiebelblättern vieler anderer Zwiebelgewächse. Von den von Anderen angegebenen, von mir noch nicht untersuchten Fällen bei *Papilionaceae* und *Acanthaceae* (letzteres nach Wichura Regensburger Flora 1846 pag. 234) will ich hier noch absehen. Bei *Hemigraphis elegans* N. v. Es. und *Eranthemum pulchellum* And. stehen die accessorischen Knospen unter einander.

[2]) Diese Stellung der Blüthe hat ihr Analoges an der Stellung der Blüthen bei *Asparagus*, wo zwei Blüthen in der Achsel von zwei basalen Niederblättern eines Phyllodiums stehen; ebenso bei *Ceratophyllum*, wo eine, selten zwei gegenüberstehende Blüthen am ersten Blattwirtel auf der einen oder im seltneren Falle auf beiden Seiten rechts und links stehen. Die Angaben Wichura's in der Regensburger Flora 1846 p. 249 verstehe ich nicht. In allen untersuchten Fällen fand ich es so, wie angegeben. Und sehr schön stimmt auch damit überein die Abbildung von Schnitzlein in „Analysen zu den natürlichen Familien" Taf. 14 *Ceratophylleae* Fig. 1. Aehnlich wie bei *Najas* ist auch die Stellung der Blüthe bei *Passiflora*, wo aber der Zweig,

stehen, wie schon wiederholt erwähnt, in Blattpaaren, die unter spitzen Winkeln sich kreuzen, und zwar so, dass jedes Blattpaar vom vorhergehenden in derselben Richtung abweicht.

In der bei weitem grössten Mehrzahl der Fälle nun liegt der kurze Weg, der vom Tragblatte aus zur Blüthe, die dem ersten Blatt des Zweiges entspricht, von dieser über das grundständige Laubblatt, das zweite Blatt des Zweiges, zum ersten Blatte des nächsten Blattpaares desselben führt, und der kurze Weg, der vom Tragblatte aus über das zweite Blatt dieses Blattpaares zum ersten Blatte des nächstfolgenden Blattpaares der Hauptaxe u. s. f. führt, nach derselben Richtung (s. Taf. I. Fig. 3 u. 4), d. h. Mutteraxe und Zweig sind homodrom. Demgemäss steht auch in allen Auszweigungen die Blüthe, die dem ersten Blatt des Zweiges entspricht, stets auf derselben Seite am Grunde des Zweiges, entweder immer auf der rechten Seite (s. Taf. I. Fig. 3), oder immer auf der linken Seite (s. Taf. I. Fig. 4), dem entsprechend also das erste Blatt des nächsten Blattpaares vom vorhergehenden ersten Blatte entweder zur linken (s. Taf. I. Fig. 3) oder zur rechten Seite (s. Taf. I. Fig. 4) stets abweicht. An sehr wenig Exemplaren aber habe ich eine scheinbare Ausnahme von dieser Homodromie beobachtet. Das erste Blatt des nächsten Blattpaares wich nämlich vom Tragblatt nach derselben Seite hin ab, an der in seiner Achsel die Blüthe steht (s. Taf. I. Fig. 5). Hier fällt die Richtung des langen Weges der Blattstellung am Hauptsprosse mit der Richtung des kurzen Weges zur Blüthe, die dem ersten Blatt des Zweiges entspricht, zusammen; also scheinbare Antidromie der Hauptaxe und des Seitensprosses. Ich sage scheinbare Antidromie, da man diesen Fall sehr leicht — freilich nur hypothetisch, und dies zunächst nur aus morphologischen Gründen — auf anomale Verschiebungen zurückführen kann. Wir stellen uns nämlich sowohl den normalen, wie den seltenen Fall als eine Folge der Verschiebung dar. Die Blattpaare, nehmen wir an, stehen ursprünglich genau übereinander, ein Fall, der sich bei *Potamogeton densus,* bei dem Genus *Halophila* und an der Hauptspindel des Blüthenstandes mehrerer Xerotes-Arten realisirt findet [1]). Diese Annahme hat schon

in dessen erster Blattachsel die Blüthe seitlich steht, sich zu einer Ranke entwickelt. Ganz analog ist die Stellung des Blüthenstandes bei *Tilia*, ferner auch bei *Parietaria*, *Urtica* u. A., wo die Blüthenzweige nur aus der Achsel der basalen Niederblätter eines sich mehr oder minder entwickelnden Laubzweiges entspringen.

[1]) Diese übereinanderfallenden Blattpaare sind einfach als paarweise Zusammenrückung zweizeilig gestellter Blätter aufzufassen, wie dies schon aus *Potamogeton* deutlich wird, wo bei fast allen Arten die beiden letzten Blätter unter der Inflorescenz zu einem Paare zusammenrücken. Sehr schön tritt dies auch bei der Betrachtung mehrerer Gramineen hervor. Bei *Cynodon Dactylon* L., *Eleusine*-Arten, *Lappago racemosa* Willd., *Stenotaphrum glabrum* Trin. u. a. rücken bei streng zweizeilig gestellten Blättern an den unteren Knoten meist je drei, an den oberen Knoten je zwei Blätter zusammen; die je letzten Blätter unter den Inflorescenzen stehen meist einzeln im strictesten Gegensatze zu Potamogeton. An den oberen Knoten findet daher dieselbe Blattstellung wie bei *Potamogeton densus* statt. Die unteren Knoten mit je drei zusammengerückten zweizeilig gestellten Blättern zeigen deutlich, dass wir es hier noch ausschliesslich mit Zusammenrückung, mit ungestreckten Internodien zu thun haben. Bei den Dicotyledonen mit alternirenden Blattpaaren tritt zu dem Zusammenrücken der Blätter noch die Prosenthese hinzu; auch möchten in vielen Fällen die alternirenden Blattpaare der Dicotyledonen nicht aus der zweizeiligen Blattstellung hervorgegangen sein.

K. Fr. Schimper in seiner Epoche machenden Arbeit „Beschreibung des *Symphytum Zeyheri*“ pag. 101 [1]) ohne nähere Gründe anzugeben ausgesprochen. Die normale Stellung der Blattpaare würde nun daraus resultiren, dass jedes Blattpaar vom vorhergehenden nach der Seite verschoben wurde, wo die Blüthe nicht steht, z. B. in Taf. I. Fig. 3, wo die Blüthe rechts in der Blattachsel steht nach links, in Taf. I. Fig. 4, wo die Blüthe links steht nach rechts. Der seltnere anomale Fall würde sich dahin erklären, dass das folgende Blattpaar nach derselben Seite, wo die Blüthe steht, verschoben würde, z. B. in Taf. I. Fig. 5 wo die Blüthe rechts steht, das nächste Blattpaar nach rechts verschoben. Im Uebrigen ist dieser Fall genau identisch mit dem normalen, wie jetzt ohne Weiteres einleuchtet: die Blüthe steht ebenfalls genau an derselben Seite des Zweiges. Wir sind daher nicht berechtigt, diese Zweige als antidrom gegeneinander aufzufassen. Dieser Fall unterscheidet sich von dem normalen Fall, wo alle Auszweigungen unzweifelhaft homodrom sind, nur dadurch, dass die ursprünglich übereinander stehenden Blattpaare anomaler Weise nach der Seite der Blüthe hin verschoben sind.

Diese ganze Auseinandersetzung hat natürlich zunächst nur morphologische Bedeutung. Ob diese Verschiebung überhaupt in der Entwicklungsgeschichte begründet ist, oder nicht, wage ich nicht zu entscheiden. Entwicklungsgeschichtlich kann ich sie nicht nachweisen, vielmehr tritt die jüngste sichtbare Blattanlage gleich unter einem spitzen Winkel zu der Ebene des vorhergehenden Blattpaares auf. Aber überall sehen wir die Organe nahezu in ihrer künftigen Stellung schon bei ihrer ersten Entstehung auftreten. Dass wir deshalb doch z. B. den Kolben einer *Zostera,* die Ranken des Weinstocks, die Schuppen auf den Zapfenblättern der *Coniferen,* die Wickeln der *Borragineae* einer vergleichend morphologischen Betrachtung und Deutung zu unterwerfen haben und dass eine richtige morphologische Anschauung unser Verständniss wesentlich fördert und ihre wissenschaftliche Berechtigung hat, ist wohl selbstverständlich.

Von diesem eben beschriebenen Aufbau der Pflanze kommen in den letzten Verzweigungen häufiger einige Abweichungen insofern vor, als bald der Zweig, bald die Fortsetzung der Hauptachse, bald beide mehr oder minder verkümmern (s. Taf. I. Fig. 6, 7, 8). Dadurch entsteht häufig der Schein von Gipfelblüthen; aber von dem normalen Falle bis zu dem, wo die Blüthe zwischen zwei Blättern scheinbar den Scheitel einnahm, fand ich alle Zwischenstufen der Verkümmerung. Bald war in der Achsel des ersten Blattes neben der Blüthe noch ein Blatt, das basale zweite sterile Blatt des ferner verkümmerten Zweiges und schloss das zweite Blatt des Blattpaares noch ein paar kleine verkümmerte Blätter der Hauptaxe ein, s. Taf. I. Fig. 7; dem Blatte neben der Blüthe fehlte häufig der Scheidentheil. Bald stand die Blüthe allein in der Achsel des Blattes s. Taf. I. Fig. 6; bald fehlten auch die verkümmerten Blätter der Hauptachse und schliesslich fehlte sogar

[1]) Schimper l. c. II folia per paria opposita et superposita: Najas. Seine Parenthese „selten sind sie hier nicht *bina,* sondern *terna*“ beruht wohl auf ungenauer Beobachtung.

dem zweiten Blatte des Blattpaares der Scheidentheil, so dass dann die Blüthe zwischen einem Blatte ohne Scheide und einem Blatte mit einer Scheide steht, deren Ränder rechts und links die Ränder des scheidenlosen Blattes decken s. Taf. I. Fig. 8. Die allmähligen Uebergänge zeigen, dass dieser Fall nicht als Gipfelblüthe, sondern als Verkümmerung der Hauptaxe und des Seitenzweiges aufzufassen ist. Das von Döll in der „Flora Badens" Bd. I. pag. 455 erwähnte Auftreten von Deckblättern der Blüthen in den oberen Verzweigungen habe ich trotz vieler darauf gerichteter Untersuchungen nie gefunden.

Ich habe noch Einiges über die Blätter selbst zu bemerken. Das erste Blatt eines Blattpaares, das den Zweig und die Blüthe in seiner Achsel hat, ist bei *N. major* All. stets unsymmetrisch; die Seite, die die Blüthe umfasst, ist schmäler als die, die das erste grundständige Blatt des Zweiges umfasst s. Taf. I. Fig. 3, 4 u. 5. Wie bereits wiederholt erwähnt, sind die zweiten sterilen Blätter der Paare stengelumfassend mit übereinander greifenden Scheidenrändern. Dabei ist bemerkenswerth, dass bald der rechte, bald der linke Scheidenrand der deckende ist, ohne dass ich ein bestimmtes Gesetz erkennen konnte.

Ich komme nun auf die Stellung der Wurzeln zu sprechen. Nach Irmisch bricht die erste Nebenwurzel in der Mediane des Keimblattes, die zweite an dessen Scheidenseite hervor. Diese Stellung der Nebenwurzeln dürfte vielleicht besser zum ersten dicht über dem Cotyledon stehenden Blattpaare bezogen werden, wegen der Stellung der Wurzeln an dem oberen Blattknoten. Dort entspringen die Wurzeln seitlich zwischen den Blättern eines Blattpaares auf der Seite, nach der das grundständige, sterile Blatt des Zweiges gewendet ist, wo also die Blüthe nicht steht, dicht oberhalb der Knotenplatte und zwar entwickeln sie sich in aufsteigender Folge, so dass die jüngere Wurzel immer dicht über der älteren hervorbricht s. Taf. I. Fig. 3 u. 4. Diese einseitige Stellung der Wurzeln ist der weitaus häufigste Fall. Sehr selten habe ich sie auch beiderseitig hervorbrechen sehen, so namentlich an den untersten Internodien langer hoher Exemplare aus dem Schloon-See bei Häringsdorf; an den oberen Internodien dieser Exemplare standen die Wurzeln wieder blos auf der Seite des basalen Laubblattes des Zweiges. Erinnern wir uns jetzt der Stellung der ersten Wurzeln an der Keimpflanze, die nach Irmisch an der Rücken- und Scheidenseite des Cotyledon hervorbrechen. Das erste Blattpaar steht dicht über dem Cotyledon und kreuzt sich mit ihm unter nahezu rechtem Winkel. Beziehen wir die an der Rücken- und Scheidenseite des Cotyledon hervorbrechenden Wurzeln auf dieses erste Blattpaar, so brechen sie zwischen dessen Blättern an den Seiten hervor, und ist zwischen ihrer Stellung und der an den höheren Internodien kein anderer Unterschied, als dass sie am ersten sterilen Laubblattpaare, wie es scheint, beiderseitig normal zu entspringen pflegen, was auch an anderen Internodien ungewohnter Weise vorkommt.

In Bezug auf den morphologischen Aufbau im Allgemeinen stimmen alle Species des Genus *Najas, Caulinia* Willd. mit inbegriffen, mit *N. major* All. überein. Bei allen ist die Sprossfolge, die Stellung der Blüthen dieselbe. Nur in untergeordneten Punkten zeigen sie einzelne Abweichungen, die ich nun, soweit ich sie bis jetzt beobachten konnte, auseinandersetzen werde.

Najas minor All. und *N. flexilis* (Willd.) verhalten sich in allen Beziehungen so übereinstimmend, dass ich sie gemeinschaftlich behandeln werde. Zwischen dem Cotyledon und dem ersten Blattpaare der Keimpflanze befindet sich bei ihnen ein gestrecktes langes Internodium. Dagegen sitzt das zweite Laubblattpaar dicht über dem ersten, sich unter schiefem Winkel mit ihm kreuzend, durch kein gestrecktes Internodium von ihm getrennt. In der Achsel des ersten Laubblattes des zweiten Paares steht, wie bei *N. major* All. ein Zweig mit einem grundständigen Blattpaare, das von einem knospenführenden Schuppenblatt und stengelumfassenden sterilen Laubblatt gebildet wird. Und wiederum steht eben solcher Spross in der Achsel des Schuppenblattes u. s. f. in den successiven Schuppenblättern der Zweige, s. Taf. I. Fig. 9. An Exemplaren aus dem Gottartowitzer Hüttenteiche bei Rybnick, die ich Herrn R. Fritze verdanke, und ebenso an Exemplaren aus dem Parsteiner See, die ich Herrn Jahn schulde, konnte ich diese schraubelartige Verzweigung aus den successiven, grundständigen Schuppenblättern der Zweige bis in die siebente Generation verfolgen. Bei *N. minor* All. konnte ich auch bestimmt sehen, dass schon der Zweig aus der Achsel des fünften Laubblattes der Keimpflanze kein grundständiges Schuppenblatt mehr hat, in Folge dessen auch die grundständige Verzweigung fehlt. Wie bekannt, sind *N. minor* All. und *N. flexilis* (Willd.) monöcisch. Es ist nun erwähnenswerth, dass am Grunde der Zweige aus den Blättern der Hauptaxe und ebenso an den unteren Blattpaaren des Zweiges aus dem dritten Laubblatt der Keimpflanze und des Sprosses aus dem ersten Schuppenblatte dieses Zweiges nur männliche Blüthen entstehen, die nach dem Aufblühen rasch wegfaulen, so dass man dann gar nichts mehr in den Blattachseln am Grunde der Zweige sieht, s. Taf. I. Fig. 9. Bl. 5 u. 7. Doch sah ich an einer noch ziemlich jungen Keimpflanze aus dem Gottartowitzer Hüttenteiche bei Rybnick am vierten Blattpaare noch die männliche Blüthe, an einem anderen Exemplare am vierten Blattpaare eine weibliche Blüthe, die einzige mir aufgestossene Ausnahme, in Bezug auf das ausschliessliche Vorkommen männlicher Blüthen an den unteren Knoten der ersten Axen der Keimpflanze. An den Auszweigungen der Zweige dieser Axen, sowie an den ferneren Sprossen aus den grundständigen Schuppenblättern stehen dann schon am Grunde weibliche Blüthen. Weiter oben wechseln männliche und weibliche Blüthen, wie es scheint, ohne bestimmte Ordnung ab. Die Blätter kreuzen sich bei *N. minor* All., s. Taf. I. Fig. 10 und *N. flexilis* (Willd.), s. Taf. I. Fig. 11 unter weit stärkeren Winkeln als bei *N. major* All. Bei *N.*

minor All. kreuzen sie sich fast unter rechtem Winkel, s. Taf. I. Fig. 10. Die sterilen zweiten Blätter der Blattpaare sind ebenfalls stengelumfassend und ist ebenfalls bald der rechte, bald der linke Scheidenrand der deckende. Das erste Blatt der Blattpaare hat einen symmetrischen Scheidentheil im Gegensatz zu *N. major* All.; nur hat hin und wieder die eine Seite der Scheide ein oder höchstens zwei Zähne mehr und reichen die Zähne ein wenig weiter hinunter. Die ersten Nebenwurzeln brechen ebenfalls zuerst an zwei Seiten des Cotyledonarknoten hervor, wie bei *N. major* All. Wie diese zwei Seiten sich zur Mediane des Cotyledon verhalten, konnte ich an meinen Keimpflanzen, deren Cotyledon schon abgefault war, nicht mehr entscheiden. Von diesen zwei Seiten aus schreitet das Auftreten der Nebenwurzeln sowohl nach rechts und links, wie nach oben fort, so dass schliesslich am Cotyledonarknoten von allen Seiten Wurzeln ausgehen, und zwar meist in zwei übereinander liegenden Querreihen, an den Stellen, wo die ersten Wurzeln entsprungen waren, oft in drei und vier Querreihen übereinander. Bald entspringt eine Wurzel direct über der älteren, bald zwei, die oben seitlich rechts und links über der älteren hervortreten. Daher stehen die übereinander befindlichen Wurzeln bald genau übereinander, bald alterniren sie mehr oder weniger. Wie bei *N. major* All. die Wurzeln später am Cotyledonarknoten stehen, habe ich nicht untersuchen können. Am zweiten Knoten von *N. minor* All., wo das erste und zweite Laubblattpaar dicht übereinander stehen, sah ich oft zwei Wurzeln, von denen die eine die Mediane des ersten Blattes, die andere die Mediane des zweiten Blattes durchbrochen hatten. An einigen älteren Exemplaren waren auf jeder Seite dieses Knoten zwei Wurzeln, in einem Falle sogar auf der einen Seite drei Wurzeln. Sehr selten sah ich auch eine Wurzel am dritten Knoten oder an einem höheren auf der Seite des Zweiges abgehen.

Von den exotischen Arten habe ich keine in Bezug auf diese Verhältnisse an den Keimpflanzen untersuchen können. Nur scheint mir noch eine morphologische Eigenthümlichkeit von *N graminea* Del. erwähnenswerth. Diese hat einzelne Axen mit entwickelten Internodien zwischen den Blattpaaren, deren erste Blätter grösstentheils Zweige in den Achseln haben, deren Internodien zwischen den successiven Blattpaaren nicht entwickelt sind. Die ersten Blätter der dicht übereinander stehenden Blattpaare haben in ihrer Achsel eine Blüthe und häufig auch ein Blatt: weiter war in den von mir beobachteten Fällen der Achselspross nicht entwickelt; so standen meist zwei, drei oder vier und auch mehr Blattpaare mit ihren bis auf die Blüthe und ein Blatt verkümmerten Seitenproducten dicht übereinander, in der Achsel eines Blattes der Axe mit entwickelten Internodien. Nach der Entwicklung des vierten bis sechsten Blattpaares verkümmert meist der Spross. Dies hat zur Folge, dass an der Axe mit langen Internodien sechs bis zehn und mehr Blätter nebst zwei bis vier und mehr Blüthen an einem Knoten zusammengehäuft erscheinen. Bemerkenswerth ist dabei noch, dass die männlichen Blüthen meist nur an der Spitze der Triebe mit verlängerten Internodien zu finden

waren und an den Trieben mit unentwickelten Internodien nur weibliche Blüthen standen. Die Scheide des ersten Blattes von *N. graminea* Del. ist ebenfalls symmetrisch.

Andere Arten zeigen die bei *N. graminea* Del. normale Eigenthümlichkeit seltener und weit weniger entwickelt. Bei der dicht beblätterten Form von *N. Wrightiana* A. Br. tritt diese Eigenthümlichkeit mehr vermittelt auf. An der relativen Hauptaxe mit sehr verlängerten Internodien stehen erst Axen mit kürzeren Internodien, und an diesen und deren Auszweigungen mit mehr oder minder allmählig abnehmenden Internodien endlich die Axen mit dicht über einander stehenden Knoten.

Endlich muss ich noch erwähnen, dass ich bei einigen exotischen Arten bei ganz genau derselben Blattstellung keine Blüthen an der Basis der abgehenden Zweige, auch nicht an der Spitze der Triebe fand, so z. B. bei *N. graminea* Del. (?) aus Celebes, *N. indica* variet. firma A. Br. (var. rigida A. Br. l. c.) aus den Molucken, *N. conferta* A. Br. ex hb. Mart. einer von Goudot zu Magdalena gesammelten *Najas*, die ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. Baillon verdanke etc. Ob hier gar nichts von der Blüthe oder an deren Stelle angelegt wird, war an dem trockenen Material nicht absolut sicher zu entscheiden. Ich konnte Nichts dort bemerken.

BAU DER ENTWICKELTEN BLÜTHE.

Die weibliche Blüthe von *Najas* besteht aus einem aufrechten, anatropen Eichen, das bei den meisten Arten von einer Hülle umgeben ist, bei einigen Arten von zwei Hüllen. Die Hülle, die das Eichen mit ihrem unteren Theile unmittelbar umgiebt, ist unten bauchig, verengt sich über das Ovulum in einen kürzeren oder längeren Canal, der sich dann in zwei, drei oder vier Schenkel theilt, s. Taf. II. Fig. 1, 15, 18, 21. Diese Hülle besteht durchweg nur aus zwei bis drei Zellschichten, s. Taf. II. Fig. 23, einer äusseren Zellschicht aus breiteren und tieferen Zellen, und einer inneren aus wenig schmäleren, aber bedeutend flacheren Zellen, die daher weit breiter, als tief sind: diese zweite Schicht verdoppelt sich zuweilen in ganz unbestimmten Puncten, wo denn die Hülle dreischichtig ist. In beiden Zellschichten überwiegt der Längendurchmesser der Zellen bedeutend den Breitendurchmesser. Die Zellen der inneren Schicht sind in Gruppen von 1—5 Zellen hin und wieder mit rothem Zellsaft erfüllt. Der Canal, in den sich die Hülle über das Ovulum zusammenzieht, und die Schenkel, in die er auseinandergeht, übernehmen die Function des Griffels und der Narben; ich werde sie daher mit Narbenapparat bezeichnen. Der Canal ist sehr kurz bei *Najas major* All., etwas länger bei *N. minor* All. und *N. flexilis* (Willd.) Bei *N. major* All. besteht der Narbenapparat aus drei langen, spitz endigenden Schenkeln, s. Taf. II. Fig. 1, deren innere, seitliche und oberste Zellen papillenartig aufgetrieben sind. Bei *N. minor* All., *N. graminea* Del., *N. tenuifolia* R. Br., *N. falciculata* A. Br., *N. gracillima* (A. Br.), *N. Wrightiana* A. B., *N. podostemon* P. Magnus u. v. And. besteht der Narbenapparat aus zweien solcher Narbenschenkel. Doch habe ich an *N. minor* All. und *N. gracillima* (A. Br.) auch häufig drei Narbenschenkel beobachtet, s. Taf. II. Fig. 18. Bei *N. Wrightiana* A. Br. habe ich zwei Blüthen gefunden, die monströser Weise auf der einen Seite zwischen den beiden Narbenschenkeln einen braunen Stachelzahn haben, s. Taf. III. Fig. 8, 9. Bemerkenswerth ist noch, dass bei *N. Wrightiana* A. Br. die weibliche Blüthe stets kurz gestielt ist, s. Taf. III. Fig. 7, 8 u. 9.

Bei *N. flexilis* (Willd.) wird der Narbenapparat aus vier Schenkeln gebildet, s. Taf. II. Fig. 21, 22. Von diesen enden zwei sich gegenüber liegende mit ziemlich breitem stumpfem Rande, ihre Zellen werden nach dem oberen Ende zu immer kürzer, und sind ihre inneren und unteren Zellen papillenartig aufgetrieben. Im oberen Theile der Narbenschenkel sind die inneren Zellen, wie die äusseren gebildet. Die beiden anderen sich

mit diesen kreuzenden Schenkel sind lang vorgezogen und enden in eine scharfe Spitze, die von einer braunen Stachelzelle gebildet wird; in den oberen zwei Dritteln sind ihre inneren Zellen nicht papillenartig vorgetrieben, sondern wie aussen gebildet. Auch sind die Zellen weit mehr in die Länge gestreckt, als die oberen Zellen der Narbenschenkel. Bei *N. flexilis* (Willd.) aus dem Parsteiner See bei Angermünde fand ich diesen Bau ganz constant.

Einen ähnlich gebauten Narbenapparat haben zwei brasilianische Arten. Die *N. arguta* H. B. Kth., die R. Spruce am Amazonenstrom gesammelt hat, hat ebenfalls zwei gegenüberliegende sehr schmale und lange Stachelschenkel, s. Taf. III. Fig. 20, zwischen denen die Narbenschenkel liegen. Diese sind aber hier sehr häufig in zwei oder selten drei mehr oder minder lange Arme getheilt, selten sah ich auch einen solchen Arm eines Narbenschenkels mit einem dritten braunen Stachelzahn enden, s. Taf. III. Fig. 19—21. Bei einer von Poeppig bei Ega am Amazonenstrom gesammelten *Najas*, deren Blätter, verschieden von *N. arguta* H. B. Kth., sich in allen Beziehungen wie die Blätter von *N. flexilis* (Willd.) verhalten, ist der Narbenapparat dem eben beschriebenen ganz ähnlich. Zwischen zwei gegenüberliegenden sehr verlängerten schmalen Stachelschenkeln[1]), s. Taf. III. Fig. 14, sind zwei meist einfache Narbenschenkel. Diese endigen stets zugespitzt und sind ihre inneren und seitlichen Zellen bis zu ihrer Spitze papillenartig vorgetrieben, zum Unterschied von *N. flexilis* (Willd.). Beiläufig mag hier erwähnt sein, dass mir diese Verschiedenheit der Structur der Narbenschenkel ein werthvoller Hinweis ist, die Pflanzen für specifisch verschieden von *N. flexilis* (Willd.) zu halten.

Nicht constant, wie in den bisher beobachteten Fällen, ist der Bau des Narbenapparats bei einer Reihe amerikanischer Formen, die A. Braun unter dem Namen *N. microdon* A. Br. zusammenfasst. Ich habe namentlich var. *guadalupensis* (Spreng), in Guadaloupe von Duchaissing gesammelt, und *N. microdon* A. Br. var. von L. Hahn bei Stadt Mexico, und eine andere von W. Schaffner ebenfalls in Mexico gesammelte untersucht. Bei diesen endigte der Narbenapparat in zwei Narbenschenkel, oder in drei Narbenschenkel, oder in vier Narbenschenkel, oder in einen Stachelschenkel und zwei häufig ungleiche Narbenschenkel, oder in einen Stachelschenkel und drei Narbenschenkel, oder endlich in zwei Stachelschenkel und zwei Narbenschenkel. Immer endigten die Narbenschenkel spitz und waren stets ihre inneren und seitlichen Zellen bis zur Spitze der Schenkel zu Narbenpapillen aufgetrieben, s. Taf. III. Fig. 23—28.

Wie schon oben erwähnt, haben einige Arten weibliche Blüthen mit zwei Blüthenhüllen. Die innere dieser Hüllen endet immer in zwei spitze Narbenschenkel, und liegt die äussere Hülle der inneren immer dicht an. Bei der echten von Klein bei Trankenbar gesammelten *N. indica* Willd., sowie bei einer von J. D. Hooker in Behar ge-

---

[1]) Bei dieser *Najas* sah ich einmal zwei braune Stachelzähne an der Spitze eines Stachelschenkels.

sammelten *Najas*, von A. Braun *N. tenuis* genannt, endigt die äussere Hülle in einen mit fünf oder sechs ungleichen Stachelzähnen besetzten freien Rand, s. Taf. III. Fig. 11, der etwa bis zur Mitte des Narbenapparates reicht und über den die oberen Enden der Narbenschenkel frei herausragen.

Bei einer von Griffith in Ostindien gesammelten, von dem Botanischen Garten zu Kew mit der Bezeichnung Herb. Griffith 56091 an das K. K. Wiener Herbarium vertheilten, *Najas* endigt die äussere Hülle ebenfalls in einen mit fünf oder sechs häufig ungleichen, braunen Stachelzähnen versehenen Rand. Hier reicht sie bis zur Spitze des Narbenapparates und umgiebt denselben vollständig, so dass eben nur noch die äussersten Enden der Narbenschenkel zwischen den Stachelzähnen zum Vorschein kommen, s. Taf. III. Fig. 12, 13. Diese Pflanze entspricht wahrscheinlich der *Najas rigida* Griff., von der er l. c. sagt „pistillum perianthio apice spiculigero includitur." Ganz ähnlich ist der Bau der weiblichen Blüthe an der von Wichura gesammelten *N. ancistrocarpa* A. Br.; nur ragen hier die Spitzen der Narbenschenkel etwas weiter aus der äusseren Hülle hervor, als bei der Griffith'schen Pflanze, s. Taf. III. Fig. 1—3. Dazu kömmt noch eine weitere Eigenthümlichkeit dieser Blüthe. Das anfangs grade Ovulum, s. Taf. III. Fig. 1, krümmt sich mit seinem weiteren Wachsthum auf der Seite der Raphe, s. Taf. III. Fig. 2, 3, und zwar schliesslich in einem so starken Bogen, dass die Spitze der weiblichen Blüthe nach dem nächst unteren Blattpaare schaut.

Bei einer von Bory am Senegal gesammelten der *N. minor* habituell ähnlichen *Najas* reicht die äussere Hülle bis zur Hälfte des Narbenapparates und endigt in einen freien Rand, der keine braunen Stachelzähne führt, dessen sämmtliche freie Randzellen ebenso, wie die anderen Zellen der Hülle ausgebildet sind, s. Taf. III. Fig. 17, 18. Der freie Aussenrand zeigt grössere oder geringere Einbuchtungen und ist manchmal schön tief zweitheilig, s. Taf. III. Fig. 18.

Bei allen untersuchten Najas-Arten entspringen, wo der Griffel-Canal sich in die das Ovulum einschliessende Höhle erweitert, von der inneren Wandung der Hülle zahlreiche, einzellige keulig angeschwollene Haare, wie z. B. Taf. II. Fig. 1, 15 u. s. w., die einen dichten Büschel über dem Ovulum bilden. Ein ähnlicher Büschel entspringt am Grunde von der inneren Wandung der Hülle gegenüber der Micropyle des anatropen Ovulum. Dieses letztere endlich ist immer so gekrümmt, dass seine Micropyle abgewendet ist von der Mutteraxe der Knospe, an deren Grunde die Blüthe seitlich steht, s. Taf. II. Fig. 7.

Die männliche Blüthe von *N. major* All. besteht aus einer centralen vierfächerigen Anthere, die von zwei Blüthenhüllen eingeschlossen wird, einer inneren, höher inserirten und einer äusseren tiefer inserirten. Diese Hüllen sieht man namentlich sehr schön auf dem Längsschnitte einer noch unaufgesprungenen Blüthe, s. Taf. II. Fig. 8. Der anatomische Bau dieser Hüllen ist genau wie der der Hüllen der weiblichen Blüthe.

Zerstreute Gruppen von vier bis fünf Zellen in der inneren Zellschicht der äusseren Hülle führen auch hier einen rothen Zellsaft. Die äussere Hülle ist in einen kurzen Schnabel verlängert, der meistens an seinem freien Rande ein bis vier kurze braune Stachelzähne hat, die aber auch nicht selten mehr oder weniger fehlen. Die innere Hülle endet in zwei grosse stumpfe nach oben keulig angeschwollene Lappen. Die Antherenwandung besteht im reifen Zustande der Anthere aus einer einzigen Zellschicht, von der sogar grossentheils die inneren Zellwände später resorbirt sind. Die innere Hülle verwächst fast bis zur Spitze mit der Antherenwandung. Vor dem Aufbrechen der Anthere streckt sich mehr oder minder die Axe zwischen den Insertionen der inneren und äusseren Hülle, wodurch die innere Hülle mehr oder minder über die äussere emporgehoben wird, den Schnabel derselben auseinandertreibend. Beim Aufspringen der Anthere zerreisst die mit der Antherenwandung zum grossen Theil innig verklebte [1]) innere Hülle durch vier senkrechte Längsrisse, die vor den Scheidewänden der Anthere liegen, in vier vor die Antherenfächer fallende Klappen, die sich vom Scheitel bis etwa zur Mitte der Anthere zurückrollen, wie dies A. Braun so schön abgebildet hat (vergl. „Nees v. Esenbeck. Genera plantarum florae germanicae iconibus et descriptionibus illustrata. Vol. III.," „Schnizlein, Analysen zu den natürlichen Ordnungen der Gewächse, I. Phanerogamen, Taf. 10. Fig. 5," „Maout et Decaisne, Traité général de Botanique. Paris 1868. pag. 649.") Hierdurch werden die Antherenfächer im oberen Theile frei, die zurückgerollten Klappen entsprechen der mit der Antherenwandung verklebten inneren Hülle.

Im Wesentlichen ebenso wie der Bau der männlichen Blüthe von *N. major* All. ist der der männlichen Blüthe von *N. minor* All., s. Taf. II. Fig. 19, 20, *N. flexilis* (Willd.), s. Taf. II. Fig. 26—29, *N. falciculata* A. Br., *N. microdon* A. Br., *N. gracillima* (A. Br.) und mancher Anderer, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Anthere bei diesen einfächerig ist. Die äussere Hülle ist hier in einen verhältnissmässig längeren Schnabel, als bei *N. major* All. ausgezogen, der oben stets vier bis sieben braune Zähne trägt; die innere Hülle endet ebenfalls in zwei kurze, keulenförmig angeschwollene, stumpfe Lappen und verwächst ebenfalls weit hinauf mit der Antherenwandung. Vor dem Aufspringen der Anthere dehnt sich die Axe zwischen den Insertionen der inneren und äusseren Hülle beträchtlich, wodurch die innere Hülle über die äussere emporgehoben wird und den Schnabel der äusseren Hülle auseinander treibt, s. Taf. II. Fig. 29. Beim Aufspringen öffnet sich die Anthere an der Spitze und klaffen die beiden Lappen der mit der Antherenwandung verwachsenen inneren Hülle auseinander.

[1]) Die innere Hülle verklebt mit der Antherenwandung, verwächst mit derselben etwa wie die Ovula und Placenten der *Balanophoreae* mit den Fruchtknotenwänden verwachsen; vergl. Eichler, „Sur la structure de la fleur femelle de quelques Balanophorées" in Actes du Congrès international de Botanique tenu à Paris en août 1867. pag. 137.

Unter den Najas-Arten mit einfächeriger Anthere, deren äussere Hülle in einen Schnabel endigt, dessen freier Rand mit braunen Zähnen besetzt ist, ist die männliche Blüthe von *N. podostemon* P. Magnus deshalb erwähnenswerth, weil sie constant langgestielt ist, s. Taf. III. Fig. 15. Die äussere Hülle ist auf der Höhe eines Stieles inserirt, der etwa so lang ist, wie der Antherenkörper. Die männlichen Blüthen der übrigen untersuchten Najas-Arten sind sitzend. Die männliche Blüthe von *N. tenuissima* A. Br. mit ebenfalls einfächeriger Anthere ist dadurch bemerkenswerth, dass die äussere Hülle nur wenig die Höhe der Anthere überragt und mit breiter Mündung aufhört, s. Taf. IV. Fig. 2—4, seltener ist der Rand schwach gezähnt wie Taf. IV. Fig. 3; in diesen Fällen habe ich nie mehr, als einen Zahn mit brauner Endzelle beobachtet. Das Aufspringen geschieht in derselben Weise, wie bei *N. minor* und *flexilis;* nur scheint die Verlängerung der Axe zwischen äusserer und innerer Hülle immer gering zu bleiben, s. Taf. IV. Fig. 4, woher die Anthere nicht viel über die Mündung der äusseren Hülle emporgehoben wird.

Wesentlich denselben Bau der männlichen Blüthe, wie *N. minor* All. u. s. w., aber mit vierfächeriger (und vielleicht auch zweifächeriger?) Anthere, haben eine Anzahl exotischer Najas-Arten, wie *N. ancistrocarpa* A. Br., s. Taf. III. Fig. 4 u. 5, *N. arguta* H. et Kth., s. Taf. III. Fig. 22, *N. Wrightiana* A. Br., s. Taf. III. Fig. 10, *N. tenuifolia* R. Br., über die ich noch näher sprechen werde, die echte *N. indica* (Willd.), von Klein bei Trankenbar gesammelt, die vorhin von mir als muthmassliche *N. rigida* Griff. bezeichnete Pflanze und andere ostindische Arten. Ich habe in der Bot. Ztg. 1869 pag. 772 die Zweifächerigkeit der Anthere von *N. graminea* Del. angegeben, während ich es bei *N. tenuifolia* R. Br. und *N. indica* Willd. zweifelhaft liess, ob sie zweifächerig oder vierfächerig sind. Ich hatte sie damals wegen nur spärlich aufgefundener männlicher Blüthen nur im optischen Längsschnitt betrachten können, da ich die männlichen Blüthen der nothwendigen Vergleichung halber nicht aufopfern konnte. An seitdem erhaltenem Material, an dem ich reichlicher männliche Blüthen auffand, konnte ich mich bei *N. tenuifolia* R. Br., *N. graminea* Del. und *N. indica* Willd. an Querschnitten der männlichen Blüthen auf das Bestimmteste überzeugen, dass deren Antheren vierfächerig sind, und ist es mir daher sehr zweifelhaft geworden, ob es überhaupt zweifächerige Antheren bei *Najas* giebt; leider konnte ich die männlichen Blüthen der anderen Arten wegen Spärlichkeit des Materials bis jetzt noch nicht auf dem Querschnitt untersuchen. Es mag hier bemerkt sein, dass die vierfächerige Anthere von *N. indica* (Willd.) mir ein wichtiger Hinweis ist, dass *N. gracillima* (A. Br.) specifisch verschieden von ihr ist. Erwähnenswerth ist noch, dass bei *N. Wrightiana* A. Br. die äussere Hülle häufig nur in zwei braune Zähne endet, die die Spitzen zweier Lappen krönen, in die sich die äussere Hülle an der Spitze theilt, s. Taf. III. Fig. 10. Doch habe ich auch oft einen kleinen dritten accessorischen Zahn auf einer Seite bemerkt; in wenigen Fällen sogar zwei solcher auf beiden Seiten.

Wie bereits erwähnt, ist die Anthere von *N. tennifolia* R. Br. vierfächerig. Robert Braun beschrieb dieselbe im Prodromus florae Novae Hollandiae pag. 201 als einfächerig. Wahrscheinlich hat er nur ganz reife männliche Blüthen untersucht, wo die dicken Pollenmassen der Fächer die zarten Scheidewände sehr zusammendrücken. An dieser Blüthe ist noch ein Umstand sehr bemerkenswerth. Die äussere Hülle endigt in einen sehr langen und engen Schnabel, der an seinem freien Aussenende sehr lange braune Zähne trägt. Wenn nun beim Aufspringen die Axe zwischen der Insertion der inneren und äusseren Blüthenhülle sich verlängert, so treibt diese nicht, wie bei den anderen Arten, den Schnabel auseinander, sondern durchbricht seitlich die äussere Hülle unterhalb des Schnabels, der aufrecht stehen bleibt, so dass die von der inneren Hülle umschlossene herausgehobene Anthere seitlich abgebogen wird, s. Taf. IV. Fig. 5.

Eine ebenfalls mehrfächerige Anthere mit ebenfalls in einen Schnabel verlängerter äusserer Blüthenhülle hat die männliche Blüthe der von Bory am Senegal gesammelten Pflanze. Aber bei dieser trägt die äussere Hülle an ihrer Mündung keine braunen Zähne, sondern ist nur durch kleine Buchten unbedeutend unregelmässig gelappt.

Die Anthere von *N. graminea* Del. ist, wie erwähnt, vierfächerig, und hat sie Griffith, der sie als *N. seminuda* beschrieb, als zweifächerig betrachtet und abgebildet; Griffith l. c. pag. 253 Fig. 10, 11, 11 *a*. Eigenthümlich ist die Ausbildung der äusseren Hülle derselben. Diese ist hier im Vergleich zu den anderen Arten wesentlich reducirt, s. Taf. III. Fig. 6. Sie verlängert sich nicht über die innere Hülle, sondern liegt dieser dicht an und hört ungefähr in der Höhe des Randes der inneren Hülle mit einem freien etwas gelappten Rande auf, der keine braunen Stachelzähne führt, s. Taf. III. Fig. 6. Griffith beschreibt l. c. in der Diagnose[1]) von *N. seminuda* die männliche Blüthe mit nur einer Tunica, die der Anthere halb angewachsen ist, worauf anspielend er sie *N. seminuda* nannte, und bildet sie auf Tafel 253 l. c. mit nur einer Hülle ab. Weil eben die äussere Hülle der inneren dicht anliegt und ganz so wie die innere ausgebildet ist und nur bis zu deren Scheitel emporreicht, hat Griffith übersehen, dass es zwei Hüllen sind. Uebrigens zeichnet Griffith eine äussere in einen Schnabel verlängerte, mit braunen Zähnen versehene Hülle in seinen entwickelungsgeschichtlichen Zeichnungen von *N. seminuda* Griff. l. c. Taf. 251 H ab und erwähnt auch im Text dazu pag. 187, 188 braune Zähne der Hülle an einer im Uebrigen mir völlig unverständlichen Stelle. Ob vielleicht bei den indischen Formen Schwankungen in dieser Beziehung vorkommen, oder ob er 2 verschiedene Arten vermischt hat, muss einstweilen dahingestellt bleiben.

[1]) Griffith l. c. Flores masculi subaxillares, subsessiles; tunica antherae accreta! apice biloba, lobi concavi, margine quasi incrassati intus aperti pori more.

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DER BLÜTHE UND STAMMKNOSPE.

Präparirt man den Vegetationspunkt von *Najas major* All. frei, so sieht man ihn nach einer Seite stark übergebogen, s. Taf. IV. Fig. 6 und 7. In den Achseln der jüngsten Blattanlagen auf der concaven Seite des Vegetationspunktes befinden sich keine[1]) Anlagen von Achselproducten; nur die Squamulae intravaginales sprossen innerhalb der Scheide des dritt- bis viertjüngsten Blattes hervor. Hingegen sieht man in den Achseln der auf der convexen Seite befindlichen jüngsten respective zweitjüngsten Blattanlagen einen Höcker, an schon weiter entwickelten Blättern zwei Höcker ungleicher Grösse, die seitlich schief nebeneinander in der Blattachsel stehen, und zwar steht an einem Stocke der grössere immer auf derselben Seite des kleineren, entweder immer rechts oder immer links. Der grössere und etwas mehr nach hinten stehende Höcker entspricht, wie wir gleich sehen werden, der jungen Blüthenanlage; der kleinere etwas mehr nach vorne zum Blatte zu stehende der Knospe, an deren Grunde, wie oben auseinandergesetzt, die Blüthe seitlich steht. Die Blüthenanlage giebt sich bald als solche zu erkennen dadurch, dass etwas über dem Grunde des grösseren Höckers ringsherum gleichmässig sich ein Wall erhebt, der entweder die Anlage der Hülle der weiblichen Blüthe oder die der äusseren Hülle der männlichen Blüthe ist. Bevor ich aber auf die Entwicklungsgeschichte der Blüthe näher eingehe, will ich zuvor noch die Stammknospe selbst einer genaueren Betrachtung unterwerfen.

Wie erwähnt, legt die stark nach der Seite der sterilen, bekanntlich zweiten Blätter der Blattpaare herübergebogene Scheitelknospe auf der convexen Seite die Blätter und deren Achselproducte an. Sobald sich auf der convexen Seite dicht über dem Knospenhöcker über dem letztangelegten Blatte derselben Seite die jüngste Blattanlage als eine sanfte Erhebung zu erkennen giebt, sieht man gleichzeitig über dieser Erhebung hoch oben am Vegetationspunkt eine zweite Erhebung von demselben abgesondert, s. Taf. IV. Fig. 8, 9 u. 10, die sich zum Achselproduct des Blattes entwickelt.

[1]) Hofmeister sagt in seiner „Allgemeinen Morphologie der Gewächse, Leipzig 1860, pag. 430 oben, dass ihm bei angiospermen Phanerogamen kein sicherer Fall bekannt sei, in dem das Vorhandensein der Achselknospen auf frühesten Entwicklungsstufen nicht nachgewiesen werden könnte. In der Achsel des zweiten Blattes der Blattpaare von *Najas* wird nie eine Achselknospe angelegt, ebensowenig in den Achseln der meisten Blätter von *Elodea*, *Myriophyllum* u. m. A.

Diese Erhebungen sind gleich bei ihrem ersten Erscheinen scharf von einander gesondert; sie treten getrennt, jede für sich aus der Scheitelknospe hervor, s. Taf. IV. Fig. 8, 9, 10. Ich betone dies deshalb besonders, weil Caruel[1]) bei Carex (seine Beobachtungen über Anemone gehören nicht hierher, wenn man das Ovulum nicht als Axillarknospe des Carpells betrachtet) exact beobachtet und abgebildet hat, wie ein Höcker aus dem Vegetationspunkt hervortritt, der sich erst dann in Tragblatt und Achselspross theilt. Bei *Najas* erheben sich, wie gesagt, Spross und Tragblatt gleich gesondert aus dem Vegetationspunkt[2]). Diese Erhebungen und der Vegetationspunkt wachsen nun weiter und dadurch, dass an den Stellen der Einsenkungen zwischen ihnen bedeutend geringeres Wachsthum stattfindet, sondern sie sich immer mehr von einander ab, bis sie durch tiefe, scharfe Einschnitte von einander getrennt sind, s. Taf. IV. Fig. 7.

Erst nachdem der Vegetationspunkt nach der Anlage des jüngsten Blattes und des Achselproductes desselben etwas weiter gewachsen ist, tritt an seiner concaven Seite eine leichte Erhebung auf, die Anlage des sterilen zweiten Blattes des Blattpaares, dessen erstes Blatt das jüngst auf der convexen Seite angelegte Blatt ist, s. Taf. IV. Fig. 7. bl. IV. Dieses eben auf der concaven Seite hervorsprossende Blatt ist gleich bei seiner Entstehung von dem nächst jüngsten Blatte derselben Seite durch ein deutliches Internodium getrennt, s. Taf. IV. Fig. 6 u. 8. Letzteres entspricht zwei Internodien an der ausgebildeten Axe, von denen aber das eine zwischen den Blättern des jüngst angelegten Blattpaares sich nicht in die Länge entwickelt.

Die Krümmung des Scheitels ist nun am stärksten an diesem Internodium zwischen dem jüngsten und dem vorjüngsten Blatte auf der concaven Seite, und dem ent-

---

[1]) Observations organogéniques sur la fleur femelle des Carex par M. F. Caruel. Ann. sc. nat. Bot. IIme Série. Tome VII. cahier 2.

[2]) Die von Pringsheim auf Grund einer Anzahl von Untersuchungen aufgestellte Lehre, dass alle Axillarknospen vor der Anlage der nächst jüngeren Blätter von dem Vegetationspunkte abgezweigt werden (s. Pringsheim in Bot. Zeitung 1853 pag. 609), der Hofmeister (Allgemeine Morphologie der Gewächse pag. 411) und Sachs (Lehrbuch der Pflanzenphysiologie pag. 147, 388, 446) in ihren neuesten Lehrbüchern rückhaltslos gefolgt sind, fand ich nicht in allen Fällen bestätigt. Untersucht man die junge Blüthenähre von *Veronica speciosa* Cunningh., so sieht man sehr deutlich sowohl bei Betrachtung der unversehrten Blüthenähre wie auf Halbirungs- und dickeren Längsschnitten, die man durchsichtig gemacht hat, die Blätter gesondert an den abfallenden Seiten des stark gewölbten Vegetations-Kegels hervortreten. Erst an schon weiter entwickelten Blättern treten in dem Winkel, den das abgehende Blatt mit der Axe bildet, die jungen Blüthenknospen als sanfte Erhebungen hervor, die allmählig zu einem Höcker heranwachsen. Die ersten sanften Erhebungen in den Blattwinkeln treten unterhalb ziemlich vieler bereits aus dem Vegetationspunkte hervorgesprosster junger Blattanlagen hervor. Beiläufig mag hier die interessante Verschiedenheit des Scheitels der jungen Blüthenähren und des Scheitels der die Laubblätter anlegenden Axe erwähnt werden. Während der Scheitel der jungen Blüthenähre, wie schon erwähnt, stark gewölbt ist, und die jungen Tragblätter an den stark abfallenden Seiten weit unterhalb der Spitze hervortreten, liegt der Scheitel der Laubaxe ganz flach zwischen den jüngsten Blattanlagen, deren Spitzen ihn bald überholen. Mir scheint diese Verschiedenheit der Gestalt der Vegetationspunkte damit zusammenzuhängen, dass die junge Blüthenähre in weit schnellerer Folge die Blätter anlegt, als die Laubaxe. Eine mit dieser Ansicht übereinstimmende Erfahrung führt C. Müller in seiner Arbeit „Das Wachsthum von Vegetationspunkten von Pflanzen mit decussirter Blattstellung", Pringsheim's Jahrbücher Bd. 5. pag. 263 an *Fraxinus excelsior* an.

sprechend zwischen dem jüngsten und zweitjüngsten Blatte auf der convexen Seite. Von hier rückt sie mit dem Wachsen des Vegetationspunktes nach oben stetig fort, sich unten ausgleichend. Gleichzeitig schreitet die Krümmung der Stammspitze spiralig weiter, entsprechend der Divergenz der Ebenen, in denen die aufeinander folgenden Blattpaare angelegt werden, s. Taf. IV. Fig. 6 bei bl. iv. (Die anderen Vegetationspunkte sind, durch das Deckglas plattgedrückt, gezeichnet.) Die Anlage des jüngsten Blattes auf der convexen Seite und die seines Achselproductes wachsen unterdessen weiter und zwar überholt das Achselproduct durch schnelleres Wachsthum bald das Tragblatt ziemlich bedeutend. Die Anlage dieses letzteren schreitet unterdessen nach rechts und links an der Axe weiter, die Scheidenränder anlegend. Die Anlage des Achselproduktes wächst zu allererst gleichmässig in die Höhe, doch bald entwickelt sich seine untere Seite stärker, als seine obere. Nachdem es eine ziemlich bedeutende Höhe erreicht hat, sondert es sich in zwei ungleiche Theile durch eine Furche, die von einem Punkte, der etwas über dem Grunde seiner vorderen grösseren Seite gelegen ist, auf einer Seite schräg nach hinten zu verläuft, s. Taf. IV. Fig. 8, 9, 10 u. 11.

Die Furche scheidet, wie schon erwähnt, den Höcker in die Blüthenanlage und Knospe. Der grössere mehr nach hinten zu stehende Höcker entspricht der Blüthenanlage, der kleinere mehr nach vorne stehende der Knospe. Die Theilung der Anlage des Achselproductes durch die Furche findet Statt, wenn der unterdessen weiter gewachsene Vegetationspunkt auf seiner convexen Seite die Anlage eines neuen Blattes und Achselproductes hervortreten lässt, oder etwas später.

Nachdem diese Sonderung in Laubspross und Blüthe eingetreten ist, wachsen beide Höcker in der Blattachsel weiter, wodurch die sie trennende Furche tiefer wird und sich die Höcker schärfer von einander absondern. Der Blüthenhöcker, von Anfang an schon grösser, wächst rascher, als der Knospenhöcker empor. Bald erhebt sich, wie erwähnt, in einer Querzone, etwas über seinem Grunde rings herum gleichmässig ein Wall, der die Anlage der äusseren Hülle der Blüthe bildet, s. Taf. II. Fig. 29, Taf. IV. Fig. 7.

Bei der männlichen Blüthe erhebt sich dieser Wall ziemlich nahe über dem Grunde des Blüthenhöckers und wächst anfangs gleichmässig in die Höhe. Etwas später wächst er öfter entsprechend der schiefen Stellung der männlichen Blüthe zur Hauptachse auf der dieser abgewandten Seite etwas stärker, doch gleicht sich diese Ungleichheit bei der weiteren Entwicklung wieder aus. Wenn diese Hülle noch nicht die Mitte des unterdessen auch noch fortwachsenden Höckers erreicht hat, erhebt sich etwas über der Insertion der äusseren Hülle rings herum um den Höcker ein zweiter Wall, der der inneren Hülle der männlichen Blüthe den Ursprung giebt, s. Taf. II. Fig. 10.

Die äussere und innere Hülle wachsen an ihrem oberen Ende weiter. Nach längerer oder kürzerer Zeit wird der Rand der äusseren Hülle zweilappig, indem das Längenwachsthum der Hülle an zwei entgegengesetzten Punkten am intensivsten ist,

von diesen aus gegen die Mitte zwischen ihnen abnehmend, s. Taf. II. Fig. 12. Gleichzeitig zieht sich die äussere Hülle, sobald sie den noch stetig zunehmenden Kern überholt hat, über den letzteren in eine enge Mündung allmählig zusammen, die sich zu einem kurzen Schnabel entwickelt, der durch zwei mehr oder minder tiefe Buchten an entgegengesetzten Seiten zweilappig ist. Freie Randzellen des Schnabels entwickeln mehr oder weniger, kurze braune einzellige Zähne, auf kurzen wenigzelligen Vorsprüngen. Die innere Hülle wächst unterdessen empor, dem Knospenkerne stets eng anliegend. Wenn sie bis unter den abgerundeten Scheitel des Kerns gewachsen ist, lässt ihr Längenwachsthum in zwei entgegengesetzten Punkten fast ganz nach, während es an den sich mit diesen kreuzenden Punkten am intensivsten wird. So entwickelt sich die Mündung der inneren Hülle dicht an der Spitze des Scheitels zu zwei durch tiefe spitze Buchten getrennten Lappen. Diese Lappen verdicken sich stark in ihrem oberen Theile, theilweise durch Vermehrung um eine Zellschicht, hauptsächlich aber durch intensives Wachsthum der Zellen in der auf die Oberfläche senkrechten Richtung. So entstehen die im Längsschnitt keulig angeschwollenen Lappen der inneren Hülle, von denen meist einer sich stärker entwickelt als der andere, und diesen daher übergreift, s. Taf. II. Fig. 8. Der Knospenscheitel ist unterdessen herangewachsen; sobald er ausgewachsen ist, treten in ihm vier peripherische Längsstreifen von Pollenmutterzellen auf, die zu den vier Pollenfächern der Anthere werden. Die Pollenbildung hat Hofmeister, wie bereits im historischen Theile erwähnt, schon beschrieben in seinem „Neuere Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen II Monocotyledonen", Abhandl. der königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften Bd. VII. pag. 642.

Die Entwicklungsgeschichte der männlichen Blüthe stellt sich also, kurz zusammengefasst, folgendermaassen dar. Der aus der Theilung des am Vegetationspunkt hervorsprossenden Achselproducts des fertilen Blattes hervorgehende grössere Knospenhöcker wandelt sich unmittelbar in die vierfächerige Anthere um, nachdem vorher an seinem Grunde, durch ein kurzes Zwischenstück von einander getrennt, die beiden Hüllen hervorgesprosst sind. Die Anthere entsteht also aus der Axe der männlichen Blüthe, die Hüllen erheben sich wie Integumente der Ovula als ringsherum gleichmässige Wälle, auf allen Punkten einer Querzone gleichzeitig hervortretend.

Bei der Anlage der weiblichen Blüthe erhebt sich ebenfalls, wie bereits erwähnt, eine Hülle um den Höcker, die auch an allen Punkten einer ziemlich dicht über dem Grunde gelegenen Querzone gleichzeitig hervortritt und anfangs gleichmässig emporwächst, s. Taf. II. Fig. 2, 3 und Taf. IV. Fig. 7. Bald zeigen sich an ihrem freien Aussenrande drei leichte Erhebungen, s. Taf. II. Fig. 3. Sie überholt weit den schmalen, kleinen Knospenkern, und nachdem sie ihn ein beträchtliches Ende überwachsen hat, zieht sich ihre Mündung ein wenig zusammen, s. Taf. II. Fig. 4. Dadurch, dass die Zellen an der Stelle der Einschnürung hauptsächlich in der Richtung senkrecht auf die

Oberfläche wachsen, verengt sich hier die von der Hülle gebildete geräumige Höhlung in einen engen Kanal, der den sogenannten Griffelkanal der ausgewachsenen Blüthe bildet, s. Taf. II. Fig. 4, 5, 6. Die drei Erhebungen des freien Randes sind unterdessen noch ein wenig gewachsen, sie verlängern sich später zu den Narbenschenkeln. Unterhalb des Griffelkanals sprossen unterdessen von der innern Wandung der Hülle die bei der Beschreibung der Blüthe erwähnten keuligen Haare zahlreich hervor.

Aus dem eingeschlossenen Knospenhöcker entwickelt sich das Ovulum. Während des Wachsthums der Hülle ist der Knospenkern etwas weiter gewachsen. Wenn er eine geringe Höhe erreicht hat, sprosst unterhalb seiner Spitze ein Integument hervor, s. Taf. II. Fig. 4, 18 u. 14; unterhalb dieses Integuments entwickelt sich der Höcker stark einseitig, seine Spitze wird dadurch seitlich verschoben, s. Taf. II. Fig. 5, 14. Kurz darauf sprosst unterhalb des Integuments ein neues hervor, das zuerst sichtbar an der geförderten Seite hervortritt, s. Taf. II. Fig. 13. Die Axe unterhalb dieses äusseren Integuments, der Funiculus des Ovulum, fährt fort sich einseitig zu entwickeln, so zwar, dass sie auf der einen Seite ganz niedrig bleibt, nach der anderen Seite hin stetig zunimmt. Der Kern des Ovulum mit den Integumenten wird dadurch immer mehr seitlich abwärts gebogen, s. Taf. II. Fig. 5, 6; 15—17; 25, kömmt horizontal zu liegen (wie ihn Hofmeister l. c. Taf. I. Fig. 14 abgebildet hat). Dieser Beugung entsprechend bleibt das äussere Integument an der Seite der Krümmung viel kürzer als an der entgegengesetzten. Durch die weitere einseitige Entwicklung des Funiculus kömmt die Spitze des Kerns immer mehr nach unten zu liegen, während die Chalaza nach oben gehoben wird, bis schliesslich das Ovulum vollkommen anatrop ist. Während der Krümmung hat das innere Integument den Eikern überwachsen und sich über diesen zu einer engen Mündung zusammengezogen; das äussere Integument das innere überwölbt und sich zur Mikropyle verengt. Eine Beugung des freien Theils des Funiculus, wie sie Hofmeister in seinem „Neuere Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen, II. Monocotyledon" pag. 658 bei *N. major* All. beschreibt, habe ich nie gesehen. Aus dem eben Dargelegten geht mit Evidenz hervor, dass der Kern des anatropen Ovulum der Spitze der jüngsten Anlage desselben, der Spitze[1]) des Ovularhöckers, entspricht.

[1]) Ich bin deshalb so genau auf die Entwicklungsgeschichte des Ovulum eingegangen, weil Cramer (Bildungsabweichungen bei einigen wichtigeren Pflanzenfamilien und morphologische Bedeutung des Pflanzeneies von Dr. C. Cramer. Heft I. Zürich 1864) aus Beobachtung von Missbildungen und Untersuchung der Entwicklung der Ovula von *Centaurea Jacea* L., *Lysimachia punctata* L., *Anthericum Liliago* L. zu dem bemerkenswerthen Resultat gelangt, dass bei vollkommneren d. h. mit Eikern und Eihüllen versehenen Eiern der Eikern erst später an jenem anfänglich zelligen Auswuchs der Placenta, dem Ovular-Höcker, auftritt und die Untersuchungen mindestens die Annahme gestatten, dass die Spitze des Nucleus nicht der Spitze dieses Höckers entspreche. Cramer l. c. pag. 130, 131. Nach Cramer's Ansichten ist der Nucleus eine seitliche Neubildung am Ovularhöcker; der letztere bildet den Funiculus und sprossen an seinem oberen Ende die Integumente hervor. Doch sagt er ausdrücklich pag. 135, dass er es nicht für alle Fälle behaupten will.

Die Untersuchung der Bildungsgeschichte der weiblichen Blüthe hat also ergeben, dass der aus der Theilung des Achselproducts hervorgegangene grössere Höcker zum Ovulum wird, nachdem sich in einer Querzone über seinem Grunde ein Wall ringsherum gleichmässig erhoben hat, der zur Hülle der weiblichen Blüthe auswächst. Das Ovulum geht aus der Axe der weiblichen Blüthe hervor, sein Kern entspricht der Spitze derselben.

Die Embryologie von *N. major* All. lehrte uns Hofmeister in den schon oben angeführten Beiträgen ausführlich kennen. Bei *N. minor* All. und bei *N. flexilis* (Willd.) schwillt die oberste Zelle des zwei- bis dreizelligen Embryoträgers zu einem weit bedeutenderen Lumen, als bei *N. major* All. an, und ist deren Embryoträger daher sehr ähnlich dem von *Zannichellia palustris*.

Die Stammknospe der anderen darauf untersuchten Najas-Arten stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der von *N. major* All. genau überein. Nur ist bei diesen (*N. minor* All., *N. flexilis* (Willd.), *N. graminea* Del.) die Scheitelknospe des Haupttriebes selbst weit schlanker und weniger zur Seite abgebogen. Am schlankesten ist sie bei *N. graminea* Del.; hier überragt der Scheitelpunkt weit die Anlage der jüngsten Blätter und Achselproducte; auch scheint er hier gar nicht mehr gekrümmt, sondern ganz gerade zu sein; doch will ich über diesen Punkt, da ich nur trocknes Material untersuchen konnte, kein definitives Urtheil fällen. Bei *N. minor* All. und *N. flexilis* (Willd.) lässt sich die Entwicklungsgeschichte der Stammknospe selbst weit schwieriger verfolgen, da hier die successiven Blattpaare unter stärkeren Winkeln zueinander auftreten und daher nicht wie bei *N. major* All. durch das Deckglas in nahezu eine Ebene gedrückt werden können; man kann daher hier nur durch Betrachtung der unversehrten

---

Meine eigenen Untersuchungen über die Entwicklung des anatropen Ovulum, die ich ausser bei *Najas* namentlich bei Begoniaceen, *Bellis perennis*, *Solanum tuberosum*, *Capsella bursa pastoris*, bei der der langgezogene Ovularhöcker sehr klar die Verhältnisse erkennen lässt, und *Papaver Rhoeas* (Ueber *Capsella* u. *Pap. somniferum* vgl. noch die schönen und klaren Abbildungen von Meyen in dessen „Neues System der Pflanzenphysiologie". Bd. III. Berlin 1839. Tab. XIII.) angestellt habe, zeigen mir aufs Schlagendste, dass die Spitze des Ovularhöckers durch ungleiches Wachsthum der Seiten desselben zur Seite gedrängt wird und die Integumente unterhalb dieser Spitze hervorsprossen. Schon die äussere Gestalt der jungen Anlagen der Ovula lässt z. B. bei *Begonia* die seitliche Abkrümmung der Spitze des Ovularhöckers durch ungleiches Wachsthum der Seiten deutlich erkennen, s. Taf. IV. Fig. 13—17, noch deutlicher tritt dieses hervor bei Betrachtung des Zellnetzes, s. Taf. II. Fig. 15—17, das man sehr schön durch Behandlung mit Kali und Salzsäure erhält. Man kann hier deutlich die axilen Reihen bis dicht unter die Spitze des Zellkernes verfolgen und sehen, wie das Integument einer neuen Zelltheilung seinen Ursprung verdankt; vergl. namentl. Taf. IV. Fig. 17. Die Betrachtung des Zellnetzes lässt auch bei Compositen (ich habe namentlich *Bellis perennis* darauf untersucht) keinen Zweifel, dass die durch ungleichmässiges Wachsthum zur Seite gedrängte Spitze des Ovularhöckers zum Kern des anatropen Ovulum wird. Für die Orchideen hat dieselbe Bildungsgeschichte des Ovulum Hofmeister l. c. pag. 655 exact beschrieben, und ebenso stellt sie J. Sachs in seinem Lehrbuch der Botanik pag. 398 dar und bildet es sehr schön auf Seite 396 Fig. 298 ab. Seine Abbildung von *Funkia* l. c. Fig. 299 scheint mir auch den seitlichen Ursprung der Integumente an der gekrümmten Axe des Ovularhöckers darzuthun. Cramer's Abbildungen scheinen mir nicht überzeugend darzulegen, dass der Nucleus seitliche Neubildung des Ovularhöckers ist. Für *Compositae* ergab sich mir wie erwähnt das Gegentheil. Ich glaube demnach, dass in der bei weitem grössten Anzahl der Fälle der Kern des Ovulum der Spitze des Ovularhöckers entspricht.

Stammknospe von verschiedenen Seiten her eine Vorstellung gewinnen. Um desto deutlicher und schöner lässt sich hier die Bildung des Achselproductes verfolgen, da man dieses leicht von der Fläche seines Tragblattes her betrachten kann (so dass man Blüthenanlage und Zweigknospe nebeneinander, nicht übereinander sieht), was bei *N. major* All. wegen der geringen Divergenz der aufeinander folgenden Blattpaare und des in Folge dessen senkrecht zur Mediana der Blattpaare etwas abgeplatteten Scheitelcomplexes nicht so leicht angeht.

Die Entwickelungsgeschichte der Blüthen von *N. minor* All. und *N. flexilis* (Willd.) stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der von *N. major* All. überein. Nur einige unwesentliche Modificationen sind zu erwähnen. Die Bildung der braunen einzelligen Zähne am freien Rande der äusseren Hülle der männlichen Blüthe tritt hier relativ stärker hervor; dadurch treten die zwei tieferen Buchten an den entgegengesetzten Seiten der Mündung mehr zurück, sie sind aber auch hier deutlich vorhanden, sich ebenso wie bei *N. major* All. entwickelnd. In dem von den Hüllen eingeschlossenen Kern tritt entsprechend der Einfächerigkeit der Anthere nur eine centrale Masse Pollenmutterzellen auf.

Die weibliche Blüthe von *N. flexilis* (Willd.) zeigt die Eigenthümlichkeit in der Entwickelung, dass im Anfang die Stachelschenkel durch schnelleres Wachsthum die Narbenschenkel bedeutend überholen, so dass diese noch ganz kurz sind, wenn jene bereits fast ausgewachsen, s. Taf. II. Fig. 24, 25. Erst später wachsen die Narbenschenkel nach. Die exotischen Arten zeigten, soweit ich es an dem sparsamen getrockneten Material untersuchen konnte, nichts Eigenthümliches in der Entwicklung, was nicht schon aus dem ausgebildeten Zustande von selbst folgte. Bei *N. graminea* Del. bleibt die äussere Hülle sehr zurück in der Entwicklung; bei *N. Wrightiana* A. Br. entwickeln sich die Spitzen der durch zwei tiefe Buchten getrennten beiden Lappen der äusseren Hülle je zu einem Stachelzahn und bilden sich oft keine weiteren Zähne an den Lappen aus; die beiden Zähne der äusseren Hülle von *N. Wrightiana* A. Br. entsprechen den beiden Lappen der äusseren Hülle der anderen Najas-Arten.

Von den weiblichen Blüthen mit doppelter Blüthenhülle habe ich leider wegen sehr sparsamen Materials keine jungen Zustände untersuchen können, und kann daher nicht angeben, welche von den beiden Hüllen zuerst in die Erscheinung tritt. Der Analogie nach ist zu vermuthen, dass die äussere Hülle zuerst hervortritt, indessen muss das erst noch bei besserem Material entschieden werden.

MORPHOLOGISCHE DEUTUNG DER THEILE DER BLÜTHEN.

Die oben dargelegte Entwicklungsgeschichte der Blüthe von *Najas* beweist, wie bereits oben hervorgehoben, dass sowohl die Anthere, wie das Ovulum aus der Axe der Blüthe sich bilden und zwar bildet sich der Kern des anatropen Ovulum aus dem Scheitel der Axe. Ich hebe dieses Resultat hier nochmals besonders hervor, weil Cramer durch seine zahlreichen Untersuchungen über die Ovula sich zu dem Schlusse berechtigt glaubt „dass Stengel und Blatt der Phanerogamen sich von einander wesentlich unterscheiden dadurch, dass nur das Blatt der Fortpflanzung im engeren Sinne des Worts dient[1]." Cramer könnte nun etwa einwenden, dass die ganze Blüthe einem Blatte entspräche, wie er in analoger Weise das ganze Ovulum der Primulaceen und Compositen für ein metamorphosirtes Blatt erklärt. Aber erstens habe ich oben mit, wie ich glaube, zwingenden Gründen auseinandergesetzt, dass die Blüthe in ihrer Stellung nicht etwa blos einem Blatte entspricht, sondern das Blatt mitsammt seinem Achselproduct, das doch jedenfalls Axennatur hat, repräsentirt. Ferner habe ich in der Entwicklungsgeschichte nachgewiesen, dass das Achselproduct durch eine schiefe Furche in 2 Anlagen getheilt wird, von denen die kleinere zum Laubzweig, die grössere zur Blüthe sich entwickelt, während hingegen die Laubblätter als Höcker unterhalb der Spitze hervorsprossen, nach rechts und links an den Seiten sich verbreiternd. Die Entwicklungsgeschichte giebt uns daher durchaus nicht den geringsten Grund den grösseren Höcker als blosses Blattgebilde des kleineren betrachten zu können. Endlich zeigt die Entwicklungsgeschichte, wie die Hüllen seitlich unterhalb des Scheitels der Anlage hervorsprossen, also jedenfalls verhält sich der Scheitel zu den Hüllen, wie eine Axe zu den Blättern. Diese Gründe scheinen mir vollgewichtig zu sein, jede andere Deutung als äusserst gezwungen und den Thatsachen nicht Rechnung tragend erscheinen zu lassen.

Und in der That steht der Blüthenbau von *Najas* nicht so isolirt da, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte. Für *Casuarina quadrivalvis* giebt N. Kauffmann im Bull. de la Soc. des Natur. de Moscou Année 1868 No. 4 pag. 374 an, dass aus der Axe der männlichen Blüthe das Staubgefäss sich bildet, und habe ich selbst an *Cas. Preissiana* und *Cas. stricta* aus dem Berliner botanischen Garten beobachtet, wie unterhalb der Spitze des später zum Staubgefässe werdenden Höckers die Perigonblätter (bei

[1]) Bildungsabweichungen bei einigen wichtigeren Pflanzenfamilien und die morphologische Bedeutung des Pflanzeneies von Dr. C. Cramer. pag. 128.

Cas. Preissiana sehr häufig, wenn nicht immer 4) hervorsprossen. Bei der Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der männlichen Blüthe von *Zannichellia palustris* konnte ich nichts von einer unterdrückten Axe, an der etwa das Staubgefäss seitlich stünde, bemerken, vielmehr scheint das Axenende des männlichen Blüthenzweigleins nach Anlage des Niederblattes und des einzigen Laubblattes sich unmittelbar zum Staubgefässe (nicht zur Anthere, die vielleicht das Blatt repräsentirt) umzubilden. Ich erlaube mir hier kein definitives Urtheil, da die Entwicklungsgeschichte in ihrer jetzigen Ausbildung hier noch eine so unsichere Führerin ist. Ich nehme um so mehr Anstand, als nach Bornet's schönen Untersuchungen die so analoge Blüthe von *Cymodocea aequorea* Koenig in ihrer Entwicklung deutlich ihre Bildung aus 2 Staubgefässen erkennen lässt (vgl. Ed. Bornet Recherches sur le *Phucagrostis major* Carol. in Ann. d. sc. natur. Bot. Sér. V. Tome I. pag. 26 sqq.), und, worauf schon Irmisch in der Regensburger Flora 1851 aufmerksam gemacht hat, die Blüthen von *Zannichellia* mit vier Antherenfächern, deren Entwicklung ich noch nicht untersuchen konnte, sehr analog der Cymodoceablüthe sind. Ob die männlichen Blüthen von *Gnetum* hierher zu ziehen sind, muss ich ganz unbestimmt lassen, da ich dieselben nicht untersuchen konnte. Die von den Autoren beschriebenen zwei Gefässbündel, die das Filament durchziehen (vgl. z. B. Eichler in Regensburger Flora 1863 pag. 463) scheinen gegen die axile Natur des Andröceums zu sprechen. Ebensowenig habe ich die Euphorbiaceen bisher entwicklungsgeschichtlich untersucht. Wenn wir, wozu wir aus morphologischen Gründen gezwungen sind, die einzelnen Staubgefässe bei *Tithymalus* als männliche Blüthen betrachten, so lassen Payer's Abbildungen eigentlich keinen Zweifel übrig, dass das Staubgefäss aus dem ursprünglichen Blüthenhöcker sich bildet, vgl. Payer traité d'organogénie comparée de la fleur. Atlas, pl. 107, Fig. 4—9 u. s. w. Auch hier macht der Vergleich mit verwandten Gattungen, z. B. *Actinostemon* Klotzsch. die Deutung der axilen Natur des solitären Staubgefässes sehr zweifelhaft.

Was endlich die von Dr. P. Rohrbach aufgestellte Behauptung der axilen Natur des Andröceums der männlichen Typhablüthe betrifft (vgl. Sitzungsber. der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, 16. November 1869, pag. 35 und Verhandlungen des botanischen Vereins für die Mark Brandenburg, Jahrg. XI. pag. 69), so kann ich dieser Behauptung keine wissenschaftliche Berechtigung zugestehen. Bei der engen Verwandtschaft von *Typha* zu *Sparganium* und den *Cyperaceae* und *Glumaceae* leuchtet es, dächte ich, sehr leicht ein, dass das Andröceum von *Typha* aus drei verwachsenen Staubblättern gebildet ist, die bei *Sparganium* und den männlichen Blüthen der *Cyperaceae* und *Glumaceae* noch frei sind; bei *Sparganium* hat Schnizlein Blüthen mit verwachsenen Staubgefässen beobachtet (vgl. Ad. Schnizlein. Die natürliche Pflanzenfamilie der Typhaceen, Nördlingen 1845, pag. 12), *Typha* ist eben im Vergleich zu *Sparganium* ein, wenn man so sagen darf, höherer, weiter entwickelter Typus; dies tritt in den

Verhältnissen des Blüthenstandes, in denen des Perigons, in der Verwachsung der Staubgefässe u. s. w. deutlich zu Tage. Was die entwicklungsgeschichtlichen Angaben betrifft, so kann ich diesen gar kein Gewicht beilegen. Dass ein Höcker sich in drei Höcker theilt, kann nicht anders in die Erscheinung treten, als dass an drei excentrischen Stellen eines Höckers drei neue Höcker auftreten; ich sehe nicht ein, warum diese nicht seitliche Gebilde einer centralen Axe sein sollen; ich könnte z. B., um was recht Paradoxes zu nennen, mit ganz demselben Rechte die Carpelle von *Zannichellia, Potamogeson* als Theilung der Axe auffassen; diese sprossen am Scheitel der Blüthenaxe hervor, welcher abgeflacht zwischen ihnen bleibt. Was die Entwicklung der auch von Schnizlein beobachteten solitären Staubgefässe anlangt, die nach Dr. Rohrbach aus dem ungetheilten Höcker sich bilden, so ist zu bemerken, dass es sehr schwer halten möchte zu entscheiden, ob das Staubgefäss nicht dennoch ein wenig seitlich vom Centrum des ursprünglichen Höckers emporwächst, und erinnere ich nur an die schwierige Controverse der terminalen oder seitlichen Ovula. Bei *Najas* und einigermaassen auch bei *Casuarina* haben wir einen sicheren Anhaltspunkt, weil unterhalb der sich direct in's Organ verwandelnden Spitze grosse seitliche Blattgebilde hervorsprossen, was bei *Typha,* wo die sogenannten Perigonhaare nach Dr. Rohrbach direct aus der Inflorescenzaxe entspringen, nicht zutrifft. Ich behaupte deshalb mit solcher Sicherheit die axile Natur der Anthere von *Najas,* weil, wie ich hoffe dargelegt zu haben, die Entwicklungsgeschichte so ausserordentlich klar ist, wegen der schönen morphologischen Uebereinstimmung mit der weiblichen Najasblüthe, weil endlich der Bau der ausgebildeten Blüthe, z. B. von *N. minor* All. keine andere Deutung zulässt. Alles dies trifft für *Typha* nicht zu. Morphologie und Entwicklungsgeschichte sprechen meiner Meinung nach weit besser für die alte Ansicht. Ich habe deshalb so ausführlich die Rohrbach'sche Ansicht widerlegt, weil ich wünsche, dass nicht, wie es leider so oft die Geschichte der Wissenschaften zeigt, die von mir bei *Najas* beobachtete Thatsache auf hundert andere Fälle missbräuchlich übertragen wird. Weil die Placenta der Primulaceen axil ist, deshalb ist noch lange nicht die der Caryophylleen, oder die centrale Placenta mehrfächeriger Fruchtknoten axil.

Zahlreichere Analogieen bieten sich für die weibliche Blüthe dar. Ich nenne hier vor allen Dingen zuerst die *Taxineae* und *Gnetaceae,* bei denen das Ovulum aus dem Scheitel der Axe resp. einer Axillarknospe sich bildet. Die von J. Sachs in seinem Lehrbuche der Botanik pag. 426 gegen die axile Natur des Ovulum von *Taxus* und Verwandten erhobenen Einwendungen sind mehr speculativer Natur von der Voraussetzung geleitet, dass ein Ovulum einem Blattorgan entsprechen müsse. Denn wenn wir überhaupt die ausschliessliche Blattnatur des Ovulum nicht gelten lassen, so ist nicht einzusehen, welche Bedenken es hat, dass ein für normal gipfelständiges Organ auch als unmittelbares Achselproduct eines Blattes auftreten kann, wie Sachs mit Recht bei

den Ovulis von *Taxus* angiebt und sehen wir häufig bei Inflorescenzen, bei Blüthen, Stacheln, Phyllocladien etc. dass sie bald gipfelständig, bald achselständig sind. Und warum ein Organ, das genau an Stelle der zu einem Laubzweige auswachsenden Achselknospe der Blätter steht, in einem anderen Verhältniss, als diese zu seinem Tragblatte sich befinden soll, wenn es Ovulum geworden, ist ebenso wenig einzusehen, wenn man nicht eine vorgefasste Meinung über die Natur des Ovulum hat. Für *Welwitschia* speciell liefert J. D. Hooker's[1]) Entwicklungsgeschichte den exactesten Beweis für die axile Natur des Ovulum. Denn hier erhebt sich, wie bei *Najas* das Perianthium unterhalb des sich direct in's Ovulum verwandelnden Axenscheitels. Dass man nicht dort etwa die ganze weibliche Blüthe als blosses Ovulum betrachten, dieses als Auswuchs der Breiten auffassen kann, lehrt auf's Schlagendste der Vergleich mit der männlichen Blüthe von *Welwitschia*. Aber nicht blos bei den Gymnospermen, sondern auch bei den Angiospermen, kommen Ovula vor, die an der Stelle des Scheitels der Blüthenaxe stehen. Dass diese sich aus dem Scheitel der Blüthenaxe gebildet haben, dafür sprechen die entwicklungsgeschichtlichen Bilder. Für die *Chenopodiaceae* ist Sachs selbst zu vergleichen, cf. Lehrbuch der Botanik von J. Sachs, pag. 456 Fig. 333, I. Es ist nicht einzusehen, warum Sachs zweifelt, dass sich *ks*, die Samenknospe, in II aus dem Scheitel der Blüthenaxe in I, gebildet hat, um so weniger, als er auf der folgenden Seite den innerhalb des jungen Fruchtknotens von *Anagallis* befindlichen Hügel, der sich zur Placenta entwickelt, ohne das geringste Bedenken für aus dem Scheitel der Blüthenaxe gebildet erklärt. Dieselbe Entstehung des Ovulum der *Chenopodiaceae* beobachtete Payer, cf. Traité d'organogénie Pl. 66. Fig. 21—23. Fig. 32, pag. 309, 310. Dasselbe gilt für *Basellaceae* Payer l. c. Pl. 75. Fig. 16, 22—24, pag. 314, die *Polygoneae* Payer l. c. Pl. 65. Fig. 12, 13, 14, 28. Pl. 66. Fig. 8—12. Fig. 27, 28, pag. 292, *Amaranthaceae* Payer l. c. Pl. 74. Fig. 8—11, 27, 28, pag. 321 u. s. w. Für die *Holosideae* hat A. W. Eichler noch jüngst exact nachgewiesen, dass „die Axenspitze sich selbst zum aufrechten, atropen, integumentlosen Ei umbildet“[2]). Bei Verwandten dieser Pflanzen mit axilem Ovulum treten häufig axile Placenten, an deren axiler Natur man im Allgemeinen nicht zweifelt, genau an der Stelle des axilen Ovulum auf, so bei *Santalineae, Loranthaceae, Scybalicae, Lathrophyteae, Primulaceae, Myrsineae* etc. Dieser Umstand spricht vom rein vergleichenden Standpunkte aus ebenso sehr dafür, dass das Ovulum aus dem Scheitel der Blüthenaxe sich gebildet, wie dass es etwa seitlich an einer unterdrückten Placenta stände, wie Cramer für die *Compositae* die seitliche Stellung des Ovulum nachgewiesen. Die ge-

[1]) Cf. Hooker Transactions of the Linnean Society. vol. XXIV. pag. 1—48. Referat darüber von Eichler in Regensburger Flora 1863 pag. 459 sqq.

[2]) Vgl. *Lathrophytum*, ein neues Balanophoreengeschlecht aus Brasilien von Dr. A. W. Eichler. Bot. Zeitung von H. v. Mohl und A. de Bary Jahrg. 26, 1868, Spalte 546. Vergl. auch: Sur la structure de la fleur femelle de quelques Balanophorées par A. W. Eichler in Actes du Congrès international de botanique, tenu a Paris en Août 1867 pag. 137, pag. 148, 149.

nauen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen verschiedener Forscher schliessen die letztere Auffassung aus und beweisen den Ursprung des Ovulum aus dem Scheitel der Blüthenaxe, wofern die Zeichnungen dem Gesehenen entsprechen. Wenn auch manche von den eben angeführten Fällen durch genauere Untersuchungen später in anderer Weise erklärt werden sollten, so scheint doch hingegen bei einzelnen Familien (*Balanophoreae, Gnetareae*) die axile Natur des Ovulum sicher gestellt, und liegt die Analogie des axilen Ovulum mit der Najasblüthe auf der Hand.

Nachdem ich oben dargelegt habe, dass sowohl die Anthere wie das Ovulum von *Najas* der Axe der Blüthe entspricht, bleibt nun noch die morphologische Deutung der Hüllen zu erörtern. Dieselben erheben sich, wie oben beschrieben, in einer Querzone, rings herum an allen Punkten gleichzeitig. Ferner sind dieselben, wie ebenfalls schon erwähnt, im ausgewachsenen Zustande im ganzen Umkreis des Querschnitts gleichmässig anatomisch ausgebildet, überall aus 2—3 Schichten zartwandiger Zellen bestehend. Dies Beides gilt sowohl für die Hüllen der männlichen wie für die der weiblichen Blüthe. Endlich theilt sich diese Hülle durch locales intensiveres Längenwachsthum bald in zwei Zipfel (Hüllen der männlichen Blüthe, Narben von *N. minor* All., *graminea* Del. etc.) bald in drei Zipfel (Narben von *N. major* All. und oft von *N. minor* All., *N. tenuissima* A. Br., *N. gracillima* (A. Br.) etc.), bald in vier Zipfel (Narben von *N. flexilis* (Willd.), *arguta* H. Kth. etc.). Diese Umstände scheinen mir zu beweisen, dass wir die Hülle durchaus nicht als Kreis verwachsener Blätter zu betrachten haben; wie dies z. B. Cosson et Germain[1]) noch jüngst bei der weiblichen Blüthe gethan haben; denn weder giebt uns die Entwicklungsgeschichte irgend einen Anhalt die Hüllen als aus mehreren Blattorganen verwachsen anzusehen, noch gestatten der völlige Mangel anatomisch angedeuteter Medianen der etwa die Hülle zusammensetzenden Blattorgane, noch die unbestimmte Anzahl von Lappungen des freien Randes der Hüllen die Annahme der Zusammensetzung der Hülle aus mehreren Blättern, und müssen wir demnach jede Hülle als ein einziges Blattorgan betrachten.

Aber auch die Betrachtung der Hülle als ein einziges Blattorgan bietet einige Schwierigkeiten, insofern jeder Hülle auch die Andeutung einer Mediane fehlt. Blätter ohne Mediane sind in der That ausserordentlich selten im Pflanzenreiche. Doch sind mir unter den Monocotyledonen einige Fälle bekannt, die sich damit vergleichen lassen. So beschreibt R. Caspary[2]) die geschlossene Scheide, die die Blüthenknospe von *Hydrilla verticillata* verschliesst, als aus zwei Zellschichten bestehend, an deren oberem Rande die Zellen der Schichten viel kürzer und tiefer werden, wodurch die Oeffnung der Scheide durch einen dichten Ringwulst abgeschlossen wird. Die Mediane der Scheide

[1]) Flore des environs de Paris 1861 pag. 713.

[2]) R. Caspary. Ueber *Hydrilla verticillata* in „Amtlicher Bericht der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Königsberg i. Pr. im September 1860 pag. 297 u. pag. 304.

scheint er blos aus Analogie zu erschliessen. Irmisch[1]) sagt, dass der Rand des ersten geschlossenen Niederblattes des Sprosses von *Zannichellia* in der Regel gleich hoch ist und das ganze Gefüge des Blattes so gleichmässig ist, dass ihm seine wahre Stellung nicht deutlich wurde, und er nur aus Analogie eine Vermuthung seiner Stellung ausspricht. Ich selbst habe bei meinen Untersuchungen an *Zannichellia* keine Mediane an diesem Blatte unterscheiden können. Noch zutreffender ist die Analogie der Hülle der Najasblüthe mit der Hülle der weiblichen Blüthe von *Zannichellia;* auch diese sprosst nach Anlage der Carpelle an einer unterhalb derselben gelegenen Querzone der Blüthenaxe an allen Punkten gleichzeitig als ringförmiger Wall hervor, und wächst bis etwas über den Abgang der Griffel von den Carpellen empor, mit meist überall gleich hohem Rande aufhörend; sie besteht durchweg gleichmässig aus 2 Zellschichten und ist nirgends eine Mediane angedeutet. Das „glockenförmige Perigon" der weiblichen Blüthe von *Zannichellia* ist daher ebenso wie die Hüllen der Najasblüthe eine einblätterige Hülle. Die Niederblätter mancher Cyperus-Arten enden mit fast gleich hohem Rande und ist die Mediane häufig bei ihnen sehr undeutlich ausgeprägt. Dergleichen Fälle giebt es ohne Zweifel noch mehrere bei den Monocotylen. Unter den Kryptogamen sind namentlich die Quirle der Charen als stempelumfassende Blätter ohne besondere Medianen im ausgebildeten Zustande zu erwähnen. Die Entwicklung und die Stellung der Normalknospe ist uns ein Hinweis die Quirle auch als ein einziges Blatt repräsentirend aufzufassen. Aber noch weit grösser, als die Analogie mit diesen vegetativen Blättern mit jedenfalls sehr gering entwickelter Mediane ist die Analogie der Hüllen mit den Integumenten[2]) der Ovula. Auch diese sprossen als gleich hohe Wälle ringsherum gleichmässig hervor (wenn sie, wie häufig die äusseren Integumente, zuerst einseitig sichtbar werden, so hängt dies von secundären, hier nicht in Betracht kommenden Umständen, wie Krümmung des Ovulum, Verwachsung des Funiculus mit dem äusseren Integument u. m. a. ab; nicht aber erheben sie sich bei den

[1]) Th. Irmisch. Ueber einige Arten aus der natürlichen Pflanzenfamilie der Potameen pag. 42 in „Bd. II. der Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins für die Provinz Sachsen u. Thüringen in Halle."

[2]) Ich kann Schmitz durchaus nicht beistimmen, der da meint, dass die Integumente des Ovulum der Angiospermen, bald ganze Blätter (der axilen Placenta), bald Blatttheile, bald Trichome seien (vgl. Bot. Ztg. 1870. pag. 40). Ich habe bei der Untersuchung der Entwicklungsgeschichte des anatropen Ovulum, wie des Weiteren oben erörtert, immer gefunden, dass das äussere Integument seitlich am Ovularhöcker hervorsprosst. Ferner kann weder die anatomische Structur, noch die Entwicklungsgeschichte von rein speciell-anatomischer Seite betrachtet, uns den geringsten Aufschluss über die morphologische Natur eines Organs gewähren. Wir müssten sonst den grössten Theil des Blattes von *Elodea canadensis*, der aus der Theilung des Hansteinschen Dermatogens hervorgeht, und nicht anders sich bilden kann, da das Blatt ausser am Mittelnerven durchweg nur aus zwei Zellschichten besteht, als Trichomgebilde auffassen, und ebenso die Scheiden der Blätter von *Potamogeton*, *Zannichellia* etc. Und umgekehrt müssten wir die Stacheln der Rosen, an deren Bildung, wie Herr Stud. G. Hieronymus bei seinen Untersuchungen gefunden, und wie ich es selber an verschiedenen Arten von *Rosa* beobachtet habe, die 2te und 3te Zellschicht, das Hansteinsche Periblem, lebhaft Antheil nimmt, für etwas von den Haarbildungen anderer Pflanzen morphologisch ganz Verschiedenes erklären.

untersuchten Angiospermen von getrennten Punkten aus, wie es Baillon für Coniferen meint). Sie entspringen unterhalb der Spitze, die, wie oben des Weiteren erörtert, zum Kern des Ovulum wird. Sie stehen zu diesem in demselben Verhältniss, wie Blätter zur Achse, und wenn man das Ovulum als metamorphosirte Knospe betrachtet, worüber ich mich hier nicht ausbreiten will, so wären sie als Blätter der Ovularknospe zu bezeichnen. Auch theilen sich die Integumente, wie die Hüllen zuweilen in zwei oder mehr Zipfel. Baillon[1]) hat eine Anzahl in gelappte Mündung endigender Integumente an den Ovulis von Coniferen beschrieben, und Caspary[2]) und andere Forscher haben diese Lappungen der Mündung des Integuments bestätigt, Caspary mit der Modification, dass die Mündung keineswegs stets zweitheilig und so regelmässig gelappt ist, wie Baillon es beschrieb. Payer[3]) bildet ein zweilappiges Integument von *Tremandra verticillata* ab; Caspary[4]) beschreibt ein zweilappiges Integument bei *Polygale comosa*. Nach W. Hofmeister[5]) ist der Saum des inneren Integuments des Ovulum von *Symplocarpus foetida* in vier dreieckige zusammenneigende Lappen getheilt. In der Botanischen Ztg. 1870 pag. 89 beschreibt Caspary ausführlich die Lappungen des äusseren Integuments der Samenknospe von *Lagarosiphon Schweinfurthii* Casp.

Nachdem ich die Einblättrigkeit der Hüllen und ihre grosse Analogie mit den Integumenten der Ovula hervorgehoben, möchte ich auf die Aehnlichkeit des Baues der männlichen Najasblüthe mit dem Bau des orthotropen Ovulum hinweisen. In der That ist zwischen der männlichen Blüthe von *N. minor* All. und dem Ovulum von *Taxus* (von der Zahl der Hüllen hier abgesehen) kein anderer Unterschied, als dass an Stelle der ein bis drei Embryosäcke[6]) im Kern des *Taxus ovulum*, mehrere Pollenmutterzellen im Kern der männlichen Najasblüthe gebildet werden. Analog dieser engen Beziehung zwischen dem Ovulum und der männlichen Najasblüthe haben James A. Salter[7]) an *Passiflora palmata* und Maxwell T. Masters[8]) an *Rosa arvensis* monströse Ovula beobachtet, in deren Kern statt der Embryosäcke Pollen gebildet war.

Ich kann hier nicht unterlassen auf die enge Beziehung hinzuweisen, die der Bau der Najasblüthe und des Ovulum zu dem Bau des Receptaculum von *Salvinia* und

---

[1]) Recherches organogéniques sur la fleur femelle des Conifères. Par M. H. Baillon. Paris 1860.

[2]) De Abietinearum Curr. floris feminei structura morphologica Regimonti Pr. 1861.

[3]) Payer traité d'organogénie Pl. 29. f. 31, 37.

[4]) Caspary l. c. pag. 9.

[5]) W. Hofmeister. Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen II. Monocotyledonen, pag. 661. Taf. VIII. Fig. 6.

[6]) W. Hofmeister. Vergl. Untersuchungen der Kernung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Coniferen, pag. 127. Eine Anzahl Fälle, wo mehrere Embryosäcke im Kerne des Ovulum auftreten, hat Al. Braun zusammengestellt in seiner Schrift „Ueber Polyembryonie und Keimung von Caelebogyne". Abhandl. der Berl. Akademie von 1859. Physik. Kl. pag. 131.

[7]) James A. Salter. On a sexual Monstrosity, consisting in the development of polliniferous ovules in two species of Passiflora. Transact. of the Linn. Soc. of London volume XXIV. 1864. pag. 143.

[8]) On polliniferous ovules in a Rose, in Seemann's Journal of Botany vol. V. 1867. pag. 318.

Azolla[1]) hat, eine Beziehung, die bereits der geistreiche Griffith hervorgehoben hat. Wie Griffith[2]) zuerst nachgewiesen und Mettenius[3]) für *Salvinia* bestätigt hat, entsteht das Receptaculum als ein zelliger Höcker, an dessen Grunde sich ringsherum ein Wall erhebt, der zur Wandung des Receptaculum auswächst. Aus der Oberfläche des Kerns sprossen die Sporangien hervor. Der Kern des Receptaculum mit den Sporangien[4]) entspricht dem Kern des Ovulum mit dem Embryosacke, oder dem Antherenkörper der männlichen Najasblüthe in seinem Verhältnisse zu den Hüllen. Diese Beziehung tritt noch deutlicher hervor, wenn, wie es nach Griffith's Beschreibungen der Fall zu sein scheint, das solitaire Makrosporangium von *Azolla* aus dem Kern direct hervorgeht, wenn die Makrospore von *Azolla* im Kern des Receptaculum entsteht.

Es bleibt mir noch übrig den Begriff der Blüthe in Uebereinstimmung zu bringen mit dem bei *Najas* gefundenen Blüthenbau. Nach den bisherigen Definitionen sind Blüthen im Wesentlichen Sprosse oder Sprossenden, die der geschlechtlichen Fortpflanzung dienende Blattgebilde tragen[5]). Dies trifft für die Najasblüthe nicht zu und ebenso wenig für die Blüthe von *Welwitschia, Balanophora* u. v. A. Um diese einzuschliessen, müssen wir den Begriff der Blüthe dahin erweitern, dass wir darunter Sprossenden[6]) oder ganze Sprosse verstehen, die in Bezug auf die Erzeugung geschlechtlicher Reproductionszellen modificirt sind. An dieser Modification können Axe und Blätter des Blüthensprosses mehr oder minder theilnehmen.

---

[1]) Ueber *Azolla* und *Salvinia* von W. Griffith. Uebersetzt von Dr. Schenk in Regensburger Flora 1846 pag. 497. Unter seinen Gründen haben selbstverständlich blos die entwicklungsgeschichtlichen Geltung.

[2]) l. c.

[3]) Ueber *Azolla*. Linnaea vol. XX.

[4]) Gehen wir von *Salvinia* aus rückwärts zu den anderen Farrnkräutern, so gelangen wir dazu als das Analogon des Receptaculum den Sorus zu betrachten. Diese Analogie springt noch mehr in die Augen, wo der Sorus von einem becherförmigen Indusium umgeben ist, z. B. Woodsiaarten, Deparia, Hymenocystis u. A. Demgemäss ist das Analogon des Phanerogamen Ovulums bei den Farrnkräutern der Sorus, dessen Fruchtboden bei vielen aus einer höckerartigen Erhebung der Blattfläche gebildet ist. Dem widerspricht nicht, dass bei vielen Farrnkräutern die Differenzirung in sori unterbleibt, wie z. B. bei *Acrostichum*, *Polybotrya* u. m. a. Wir betrachten mit vollem Rechte Stamm und Blätter des beblätterten Jungermannien als analog dem Stamm und Blättern der Phanerogamen, trotzdem bei vielen Lebermoosen, z. B. den Marchantieen, Blatt und Stengel nicht differenzirt sind. Oder ist es widersinnig die Fruchtähre von Equisetum-, Selaginella-, Phylloglossum-, Lycopodium-Arten etc. der Blüthenbildung der Phanerogamen zu vergleichen, wie wir sie bei *Juniperus*, *Cupressus*, den männlichen Blüthen von *Taxus*, den Zapfen der Cycadeen u. s. w. finden, weil die meisten Farrne es noch nicht zur Bildung einer abgeschlossenen mit modificirten Reproductionsblättern besetzten Axe gebracht haben? Ich sage, dass z. B. *Lycopodium clavatum* es zu einer morphologisch höheren Bildung, als *Lycopodium Selago* gebracht hat und vergleiche diese morphologisch höhere Bildung der Blüthenbildung der Phanerogamen. Ebenso sind die Farrne mit scharf abgegrenzten auf bestimmte Stellen vertheilten Soris morphologisch weiter vorgeschritten, und meine ich, dass das Ovulum mit seinen Hüllen dem gesammten Sorus, dem gesammten Receptaculum von *Salvinia* und *Azolla* entspricht.

[5]) Vergl. z. B. J. Sachs, Lehrbuch der Botanik. Leipzig 1868 pag. 387 und W. Hofmeister, Allgemeine Morphologie der Gewächse. Leipzig 1868 S. 414.

[6]) Die weibliche Pflanze von *Cycas* hat es noch nicht zur abgeschlossenen Blüthenformation gebracht.

BAU UND ENTWICKELUNG DER SAMENSCHALE.

Der nach der Befruchtung sich stets vergrössernde Embryosack und der schnell heranwachsende, seinen Innenraum bald vollständig ausfüllende Embryo verdrängen und resorbiren vollständig das Gewebe des Eikerns und des inneren Integuments. Aus dem äusseren Integument entwickelt sich die Samenschale. Diese bildet sich bei den verschiedenen Arten in mannigfachen Modificationen aus, worauf ich jetzt näher eingehen will.

Bei *N. major* All. wächst das äussere Integument durch Vervielfältigung seiner Schichten mittelst häufiger Zelltheilungen in der seiner Flächenausdehnung parallelen Richtung stark in die Dicke. An dem so in die Dicke wachsenden äusseren Integument hören die Theilungen an der äussersten Zellschicht bald auf, während sie in den anderen Zellschichten noch lebhaft stattfinden. Die Zellen der äussersten Zellschicht markiren sich auch bald durch ihren wasserhellen Zellinhalt scharf von den darunter liegenden Zellschichten ab, die um diese Zeit Chlorophyll- und Stärkekörner führendes Parenchym sind. Während diese noch sich lebhaft theilen, wachsen die Zellen der äussersten Zellschicht stark in Breite, Höhe und Tiefe. Ihr Lumen übertrifft das der unterliegenden Zellen schliesslich etwa um's 8—16 fache. Sie bleiben überaus dünnwandig mit hellwässeriger Flüssigkeit erfüllt, s. Taf. V. Fig. 1. Nachdem die anderen darunter befindlichen Zellen aufgehört haben sich zu theilen, wachsen sie aus. Die inneren Zellen sind von dem herangewachsenen Embryo stark zusammengedrückt, die innersten gänzlich bis zum Verschwinden des Lumen, von da allmählig nach aussen zu abnehmend. Die Membran der Zellen verdickt sich stark und in dem Maasse, wie sich die Membran verdickt, verschwindet ihr Inhalt. Zahlreiche Tüpfel bleiben bei Verdickung der Membran. Schliesslich hat sich ein vielschichtiges Steinparenchym gebildet, dessen innere Zellen immer kleinlumiger und zusammengedrückt sind. Nur an der Raphe, wo die Zellen englumig und langgestreckt sind, bleibt der äussere stark vorspringende Theil der inneren Zellen zartwandig, s. Taf. V. Fig. 2 und geht später zu Grunde; an der inneren Seite der Raphe bleiben ebenso constant die 3—4 innersten Schichten zartwandig, nach den Seiten hin nehmen die zartwandigen Zellen schnell ab, so dass auf dem Querschnitte an der inneren Seite der Raphe eine sichelförmige Stelle zartwandigen Gewebes liegt. Während der Ausbildung des Steinparenchyms sind die äusseren Zellen etwas in die Höhe gewachsen und hat sich auf ihren Seitenwänden ein zartes Netzwerk hyaliner Verbindungen ausgebildet[1]),

[1]) Ebenso aber in grossartigerem Maassstabe sind die äusseren Zellen der Samen von *Hydrocharis* und *Stratiotes* ausgebildet.

s. Taf. V. Fig. 2, während die obere und untere Wandung frei davon sind; oben an den Seiten des zartwandig bleibenden Gewebes der Raphe verdicken sich auch die Zellwände der zweiten und dritten Schicht in derselben charakteristischen Weise. Späterhin geht die ganze äussere Zellschicht mitsammt dem zartwandigen Gewebe an der Raphe zu Grunde. Die ausgebildete Testa von *N. major* All. besteht daher aus einem mehrschichtigen Steinparenchym, dessen innere Zellen kleinlumiger und zusammengedrückt sind, umgeben von Fetzen der Membranen der zu Grunde gegangenen äusseren Zellschicht, s. Taf. V. Fig. 3. Die Zahl der Schichten des Steinparenchyms ist bei den verschiedenen Formen von *N. major* All. sehr verschieden und schwankt innerhalb sehr beträchtlicher Grenzen. So bestand die Testa bei einer von Thuillier bei Paris gesammelten, von ihm als *N. muricata* bezeichneten Pflanze aus nur 4 Schichten von Steinparenchym, während ich an anderen Samen 8—10 solche beobachtete. Ebenso ist der Umfang des zartwandig bleibenden, später zu Grunde gehenden Gewebes an der Aussenseite der Raphe sehr variabel; bei einigen Samen ging an der unteren Hälfte der Raphe das ganze Gewebe derselben mit Ausnahme der äussersten Zellschicht in die Bildung des Steinparenchyms ein.

Völlig hiervon verschieden ist die Ausbildung der Samenschale bei den anderen untersuchten Arten, die sämmtlich zur Section *Caulinia* Willd. gehören. Diese stimmen alle darin überein, dass das äussere Integument, aus dem sich die Samenschale bildet, im Gegensatz zu *N. major* All. stets nur aus drei Zellschichten besteht. Nur an der Raphe ist die Testa mehrschichtig, dort liegt das Leitzellenbündel der Raphe zwischen der zweiten und dritten Zellschicht, welche letztere sich unter der Raphe häufig vervielfacht. Diese drei Zellschichten bilden sich bei den verschiedenen Arten in mannigfaltigster Weise aus, wie ich es jetzt beschreiben werde.

Bei *N. minor* All. wird die äusserste Zellschicht des reifen Samens aus glashellen dünnwandigen Zellen gebildet. Diese Zellen sind, von der Fläche gesehen, niedrig, aber sehr breit, d. h. ihr grösster Durchmesser steht senkrecht zu der Längsrichtung des Samens, während ihre Höhe in der Richtung des Samens eine geringe ist; ihr Breitendurchmesser ist etwa das drei- bis fünffache ihrer Höhe, s. Taf. V. Fig. 6. Nur nach der Raphe zu werden die Zellen schmäler; über der Raphe sind sie nahezu isodiametrisch. Diese Zellen sind in deutlichen Längsreihen angeordnet; die Zellen benachbarter Längsreihen alterniren miteinander und ihre Seitenwände greifen zickzackförmig ineinander ein, s. Taf. V. Fig. 6. Diesen Zellen entsprechen die schönen reihenförmig angeordneten Maschen am reifen Samen, auf welche Sculpturen an der Oberfläche der reifen Samen der verschiedenen Arten A. Braun[1]) zuerst hingewiesen hat. Die Seitenwände dieser glashellen dünnwandigen Zellen der äusseren Schicht nun sind mit zahlreichen

[1]) Vergl. Sitzungsbericht der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin am 16. Juni 1868.

zierlichen hyalinen Verdickungsstreifen versehen, s. Taf. V. Fig. 7, die senkrecht zur oberen und unteren Kante der Seitenwand verlaufen und häufig durch Anastomosen untereinander verbunden sind. Diese Zellen entwickeln sich ganz ähnlich wie die äusserste Zellschicht des Samens von *N. major* All., indem sie sich auch schon sehr früh durch ihren glashellen Inhalt von den darunter liegenden Zellschichten scharf markiren. Während die Zellen der äussersten Zellschicht des Samens von *N. minor* All. stark in die Breite gezogen sind, sind die Zellen der zweiten und dritten Schicht sehr lang und schmal. Ihre Membran ist am reifen Samen stark verdickt und getüpfelt und sehr schön gelbbraun gefärbt. Die Zellen der ersten und zweiten Zellschicht schliessen sich eng aneinander und lassen keine Intercellular-Räume zwischen sich. Dagegen bilden sich zwischen der zweiten und dritten Schicht Intercellulargänge aus, namentlich an den inneren Kanten zweier Zellen der zweiten Schicht. Die Zellen der dritten Schicht sind endlich meist bis zum fast völligen Verschwinden des Lumens zusammengedrückt, so dass diese meist eine fast homogene braune Schale darstellt, auf deren Querschnitt dunkele Striche die ehemaligen Lumina der sie constituirenden Zellen andeuten, s. Taf. V. Fig. 4 u. 5. Das Gefässbündel der Raphe verläuft, wie schon erwähnt, zwischen der zweiten und dritten Zellschicht, s. Taf. V. Fig. 5. Diesem Samenbau schliesst sich auf's Engste der von *N. foveolata* A. Br. an, nur dass die Zellen der äussersten Schicht, die Maschen der Samenschale, hier bedeutend höher, grösser und isodiametrisch sind. Die Ausbildung der drei Zellschichten aber ist genau dieselbe. Ganz ähnlich ist auch der Bau des reifen Samens von *N. tennifolia* R. Br. Die äusserste Schicht besteht bei dieser ebenfalls aus isodiametrischen, aber bedeutend kleineren Zellen als bei *N. foveolata*. Diese äusserste Zellschicht scheint ähnlich, wie bei *N. major* All., von geringer Festigkeit zu sein und wenigstens stellenweise frühzeitig zu Grunde zu gehen. Die Zellen der dritten Schicht sind weit weniger zusammengedrückt, als es gewöhnlich bei *N. minor* All. der Fall ist. Auch sind die Zellwandungen der dritten Schicht lange nicht so stark verdeckt, als die der zweiten Schicht. Bemerkenswerth ist, dass die äusserste Zellschicht sich etwas anders entwickelt, als bei *N. major* und *N. minor*, insofern ihre Zellen an jungen Samen voll mit Stärke sind, die später bei der Ausbildung dieser Zellen verschwindet, während bei *N. major* und *N. minor* diese Zellen, wie erwähnt, schon sehr frühzeitig einen glashellen stark lichtbrechenden Inhalt führen.

Die ganz reifen Samen von *N. graminea* Del. haben ebenfalls diesen Bau, s. Taf. V. Fig. 12. Doch sind hier die Zellen der zweiten Schicht sehr stark verdickt und die der dritten Schicht sehr zusammengedrückt. Die hohen Zellwände der ersten Schicht, die die schönen glashellen, spiralbandartigen Verdeckungsleisten tragen, stellen an der reifen Samenschale ein sehr schönes Netzwerk hoher Leisten dar, die kleine, isodiametrische Maschen zwischen sich lassen. Ausser diesen Samen, von denen ich nur sehr wenige an den von Schweinfurth in Caïro gesammelten Exemplaren bemerkte, fand

ich sehr viele Samen mit meist nicht ganz ausgebildetem Embryo und harter, fester Testa, die von aussen betrachtet keinerlei Sculptur zeigten. Der Querschnitt dieser Samen zeigt einen ganz anderen Bau, s. Taf. V. Fig. 10, 11. Die äussere Schicht besteht aus niedrigen zartwandigen Zellen, die dicht mit Stärke erfüllt sind. Diese Zellen sind viel niedriger als die äussersten Zellen der anderen eben beschriebenen Samen, während sie von der Fläche dieselbe isodiametrische Gestalt und dieselbe Grösse, wie jene haben. Die zweite und dritte Zellschicht sind weitlumiger und mit weit geringer verdickten Zellwänden versehen, als bei jenem Samen, und blendend weiss, nicht wie dort braun gefärbt. Die zuletzt beschriebenen Samen sind jüngere, noch nicht ganz reife Samen, Entwicklungsstadien der zuerst beschriebenen. Dieses beweist der häufig noch unvollkommen ausgebildete Embryo, die geringe Verdickung der Zellen der zweiten und dritten Schicht, sowie der Umstand, dass die Braunfärbung der Membranen immer erst in einem älteren Stadium der Zellen eintritt. Diese Samen entwickeln sich daher, wie die Samen der *N. tennifolia* R. Br.; nur bleiben hier die äussersten Zellen weit länger mit Stärke gefüllt. Dies gilt namentlich von der bei Caïro gesammelten *N. graminea* Del., bei der die überwiegend grosse Anzahl solcher Samen und der häufig in ihnen weit entwickelte Embryo es mir zweifelhaft lässt, ob alle Samenschalen wirklich zu der erst beschriebenen Ausbildung gelangen. Bei der italienischen und ostindischen *N. graminea* Del. hatten die reifen Samen alle den zuerst beschriebenen Bau, und zeigten nur die Samen mit noch wenig entwickeltem Embryo die äusserste Zellschicht aus niedrigen, mit Stärke dicht gefüllten Zellen gebildet. Die japanische *N. graminea,* von Maximowicz im Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg Tome XII. S. 72 als *N. serratistipula* beschrieben, die ich aber wegen der Uebereinstimmung in den Blättern, in der weiblichen Blüthe und vor allen Dingen in der für *N. graminea* Del. so charakteristischen männlichen Blüthe, nur als eine Varietät der *N. graminea* Del. betrachten kann, weicht im Baue der Testa in der Ausbildung der äussersten Zellschicht von den anderen eben beschriebenen ab; die innere Wand der äussersten Zellen ist stark verdickt, die Seitenwände sind niedrig und zart geblieben, ebenso ist die äussere Wand dünn geblieben, der Zellinhalt ist geschwunden und sind die Zellen collabirt, so dass die äussere Wand der inneren dicht aufliegt und die Seitenwände kaum zu erkennen sind. Die Zellen sind, von der Fläche betrachtet, ebenfalls isodiametrisch, wie bei den anderen Samen; die Zellen der zweiten Schicht sind stark verdickt mit zahlreichen Tüpfeln und braun, wie bei den ganz reifen Samen der anderen *N. graminea* Del. So waren alle Samen an den von Maximowicz und Wichura in Japan gesammelten Exemplaren.

Eine Samenschale, deren drei Zellschichten wesentlich in derselben Weise, wie bei *N. minor* All., *N. tennifolia* R. Br. ausgebildet sind, haben eine von Bory am Senegal und eine andere von Welwitsch bei Angola gesammelte *Najas.* Nur sind die

Zellwände der zweiten Schicht hier nicht braun, sondern weiss und kann das auch hier auf das Alter der untersuchten Samen beruhen. Bei der *Najas* aus Angola fand ich zwei Samen, bei denen die äusserste Zellschicht anders entwickelt war, s. Taf. V. Fig. 18. Die untere Wand ist stark verdickt, die Seitenwände und die obere Wand sind zart geblieben und collabirt, so dass die obere Zellwand dicht auf der unteren zu liegen kommt. Diese Verschiedenheit kann bei dieser *Najas* vielleicht auch auf verschiedenen Entwicklungsstadien der Samenschale beruhen. Bei *N. microdon* A. Br. haben die Zellen der äussersten Schicht bald glashelle Wände und spiralbandartige Verdickungsstreifen an den Seitenrändern, bald waren die Seitenwände zart geblieben und die Zellen collabirt. Diese verschiedene Ausbildung fand ich sowohl an verschiedenen Samen derselben Pflanze, wie auch an einem und demselben Samen, so dass ein Same z. B. im oberen Theile glashelle Zellen mit spiralbandartigen Leisten, im unteren Theile collabirte Zellen hatte. Bei *N. podostemon* P. Magnus, s. Taf. V. Fig. 16, 17, waren die Zellen der äussersten Schicht an den untersuchten Samen stets collabirt mit sehr entwickelter, verdickter unterer Wandung. Bei *N. gracillima* (A. Br.), s. Taf. V. Fig. 15, von der ich leider bis jetzt blos einen Samen untersuchen konnte, waren die Seitenwände der äussersten Zellen ebenfalls collabirt; zwischen der Aussen- und Innenwand der Zellen liegen einige trübe Plasmakörner unregelmässig zerstreut. Es ist sehr wohl möglich, dass dieser Same noch nicht recht entwickelt war. Bei *N. tenuis* A. Br., deren Samen aber sicher noch unreif waren, waren die äusseren Zellen des trockenen Samens ebenfalls collabirt, während die Zellen der zweiten Schicht schon ziemlich verdickte getüpfelte hellweisse Wände hatten.

Der Bau aller dieser bisher beschriebenen Samen aus der Sectio *Caulinia* stimmte darin überein, dass erst die Zellen der zweiten Schicht allseitig stark verdickte, getüpfelte Wände haben, während die Zellen der äussersten Schicht in davon weit abweichender Weise entweder zu glashellen Zellen mit spiralbandartigen Leisten an den Seitenwänden ausgebildet, oder collabirt sind, oder zu Stärke führenden zartwandigen Zellen, wie bei den nicht ganz ausgebildeten Samen der *N. graminea* Del. sich entwickelt haben. Die Gestalt der Zellen der äussersten Schicht bestimmt die Sculptur der reifen Samenschale.

Abweichend davon sind die Samen von *N. flexilis* (Willd.) und *N. tenuissima* A. Br. gebaut. Bei ihnen haben die Zellen der äussersten Schicht des Samens allseitig stark verdickte und getüpfelte Wände, s. Taf. V. Fig. 8 u. 13, 14. Die äusseren, stark verdickten Zellwände der äussersten Schicht schliessen sich zu einer spiegelglatten Fläche an einander. Die reife Samenschale ist daher spiegelglatt ohne Sculptur, wie bei den anderen Arten. Die Zellen der zweiten und dritten Schicht haben ebenfalls stark verdickte und getüpfelte Wände, doch sind sie weit kleinlumiger. Bei *N. tenuissima* A. Br. sind die Zellen der dritten Schicht am reifen Samen ganz zusammengedrückt, so dass die dritte Zellschicht dort, wie bei *N. minor* All. zu einer fast gleichförmigen Membran geworden ist, s. Taf. V. Fig. 14.

ÜBER DIE BLÄTTER.

Die Gestaltverschiedenheiten, die die Blätter der verschiedenen Najasarten darbieten, hat bereits Al. Braun[1]) vollständig dargelegt. Der Uebersicht wegen sei es gestattet, sie hier kurz anzuführen. Die Blätter bestehen aus einer dem Stempel stets mehr oder weniger anliegenden Scheide und der von dieser abgehenden Spreite, die an ihren freien Rändern spitze Stachelzähne trägt. Nur bei *N. major* All. entspringen auch von der Rückenfläche des Blattes braune Stachelzähne, wie auch dort solche vom Stengel abgehen. Die hauptsächlichsten Verschiedenheiten der Blätter beruhen nun auf der mannigfachen Gestaltung der Scheide und in der verschiedenen Ausbildung der Blattzähne. Entweder verlaufen die schräg aufsteigenden Ränder der Scheide allmählig in die Ränder der Spreite, so dass diese von der Scheide wenig abgesetzt ist, wie dies bei *N. major* All., *N. flexilis, N. microdon* A. Br. und den meisten anderen amerikanischen Arten statt hat. Oder die oberen Ränder der Scheide stehen unter rechtem Winkel von der Spreite ab, wie bei *N. minor* All., *N. tennis* A. Br., *N. horrida* A. Br., *N. foveolata* A. Br., *N. gracillima* (A. Br.). Oder die oberen Scheidenränder sind in mehr oder minder lange Oehrchen emporgezogen. Diese beiden letzteren Formen sind nicht scharf von einander getrennt und finden die allmähligsten Uebergänge zwischen beiden statt. Am stärksten entwickelt sind die Oehrchen der Scheide bei *N. graminea* Del. und *N. tenuifolia* R. Br., etwas geringer bei *N. falciculata* A. Br., noch mehr abnehmend bei *N. tenuissima* A. Br., am geringsten bei einigen ostindischen Arten. Entsprechend der grösseren oder geringeren Entwickelung der freien Oehrchen der Scheidenränder sind die beiden Seiten eines jeden Oehrchen ausgebildet. Bei den am meisten entwickelten Oehrchen ist die Innenkante derselben ebenso stark gekrümmt, wie ihre Aussenkante, und sind Innen- und Aussenkante gleich stark gezähnelt; so bei *N. graminea* Del. und *N. tenuifolia* R. Br. Bei anderen Arten ist die Aussenkante des Oehrchens weit convexer, als die mehr oder minder flach abfallende Innenkante desselben und trägt letztere nur ganz oben 1—2 Zähne oder ist auch gar nicht gezähnt; so bei *N. indica* (Willd.), bei einer von Leichhardt in Australien gesammelten Pflanze, die ich *N. Leichhardtii* nenne, so bei einer wahrscheinlich von Hayne in Ostindien gesammelten Pflanze aus dem Kaiserlichen Petersburger Herbarium. Bei nur wenig er-

[1]) Revision of the Genus Najas of Linnaeus by Alexander Braun in Seemann's Journal of Botany II. 1864. pag. 274.

habenen Scheidenrändern endlich bildet die innere Kante derselben der innere Rand des innersten Zahns, so bei *N. tennissima* A. Br. und einigen ostindischen Arten.

Die Zähne der Blätter bestehen entweder aus einer einzigen über den graden Rand des Blattes hervortretenden, braunen Stachelzelle, so bei *N flexilis* (Willd.), *N. microdon* A. Br. in ihren meisten Formen, s. Taf. V. Fig. 20, 21, und einer von Poeppig am Amazonenstrom gesammelten *Najas*. Oder die braune Stachelzelle ruht auf zwei über den graden Rand des Blattes hervortretenden Zellen, so bei *N. graminea* Del., *N. tenuifolia* R. Br., *N. gracillima* (A. Br.). Oder die braune Stachelzelle endet in eine vielzellige spitze Vorragung des Blattrandes, so bei *N. minor* All., *N. Wrightiana* A. Br., *N. conferta* (A. Br.), *N. podostemon* P. Magnus, *N. falciculata* A. Br. u. v. A. Am mächtigsten entwickelt ist diese Zahnform bei *N. horrida* A. Br. Auch diese Formen der Zähne sind nicht überall scharf von einander getrennt, indem die Ausbuchtung sehr gering sein kann, wie z. B. bei *N. tennissima* A. Br., und indem die erste und dritte Zahnform bei verschiedenen Varietäten einer Art, der *N. microdon* A. Br., vorkömmt, s. Taf. V. Fig. 19—24.

Das bisher über die Formen der Blattzähne Auseinandergesetzte bezieht sich auf die Zähne der Spreite des Blattes. Die Zähne der Scheide sind selten wie die der Spreite gebaut. Wenn die Zähne der Spreite nur aus der über den Rand des Blattes frei hervortretenden Stachelzelle bestehen, sind die der Scheide regelmässig eine mehrzellige Hervorragung des oberen Scheidenrandes, die von einer braunen Stachelzelle gekrönt ist. Und umgekehrt sind bei sehr stark entwickelten vielzelligen Zähnen die Zähne der Scheide weit geringer entwickelt. So am ausgesprochensten bei *N. horrida* A. Br., wo die Zähne der Scheide sehr klein, die der Spreite ausserordentlich gross sind.

ANATOMIE DES STENGELS UND DER BLÄTTER.

Wie seit Amici bekannt, wird der Stamm von *Najas* nur von einem Bündel langgestreckter zartwandiger Zellen durchzogen, das in seiner Mitte einen Canal einschliesst. Dieser Canal ist von einem Kranze relativ grosslumiger Zellen gleichmässig umgeben, s. Taf. IV. Fig. 12; Taf. VII. Fig. 3. Die benachbarten Wände dieser umgebenden Zellen bauchen sich in den Canal hinein. An diesem erkennt man bei starker Vergrösserung auf dem Querschnitte eine eigene ihn auskleidende Membran, die sich in die durch die Ausbauchung der benachbarten Zellwände entstandenen spitzen Buchten hineinzieht und deren scharfe Ecken abgerundet überzieht; dort findet sich zwischen der Membran des Canals und den angrenzenden Zellmembranen Intercellularsubstanz; s. Taf. VII. Fig. 3. Aussen von den den Canal umgebenden Zellen liegen unter den anderen Leitzellen des Bündels kleine Gruppen englumiger Leitzellen unregelmässig zerstreut, s. Taf. IV. Fig. 12. An seiner Peripherie ist das Leitbündel von einer Schutzscheide umgeben, die denselben Bau hat, wie ihn Caspary[1]) bei *Ficaria ranunculoïdes, Elodea canadensis* u. v. A. kennen lehrte. Auf dem Querschnitte sieht man sehr schön den charakteristischen dunkelen Streifen auf den radialen Wänden, s. Taf. IV. Fig. 12; auf dem Längsschnitte sieht man bei Zusatz einer schwachen Säure oder eines Alkalis sehr deutlich die Wellung der radialen Wände.

Bei *N. major* All. liegen um das Bündel 2—3 Schichten Parenchymzellen, an die sich nach aussen radial gestellte Intercellularräume anschliessen, die durch einschichtige, selten zweischichtige Arme von einander getrennt sind, s. Taf. VII. Fig. 2. Aussen von den Intercellularräumen liegen bei dieser Art 3—4 Schichten von Parenchymzellen, von denen die äusserste weit kleinzelliger, als die beiden darunter liegenden, ist; die äusserste Schicht bildet daher eine wohl differenzirte kleinzellige Epidermis, die von einer geringen Cuticula überzogen ist.

So, wie eben geschildert, ist der Bau des Stammes im Internodium. Am Knoten verbreitert sich das centrale Leitbündel zu einer breiten aus gleichmässigem, ziemlich grosszelligem Parenchym gebildeten Platte, von deren Peripherie die Gefässbündel für die Blätter und den Spross abgehen. Unter dieser gleichmässig parenchymatischen Knotenplatte hört der centrale Canal auf; über derselben beginnt er wieder im höheren

[1]) „R. Caspary, Bemerkungen über die Schutzscheide und die Bildung des Stammes und der Wurzel," in Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. IV. pag. 101 sqq.

Internodium. Der Canal ist daher von Knoten zu Knoten unterbrochen. Er entsteht, wie Frank es beschrieben, durch Resorption einer Zellreihe; an den Knoten unterbleibt die Resorption der Zellen.

Von dem so eben beschriebenen Stammbau von *N. major* All. ist der Stammbau sämmtlicher untersuchter Arten der Sectio *Caulinia* in einigen Punkten verschieden. Das Leitbündel ist ebenso zusammengesetzt und ebenfalls von solcher Schutzscheide umgeben. Aber um dieses Leitbündel mit seiner Schutzscheide liegt nur eine Lage grosser parenchymatischer Zellen; um diese herum liegen in radialer Anordnung die Intercellularräume, durch einschichtige Scheidewände von einander getrennt, s. Taf. VII. Fig. 4. Aussen von den Intercellularräumen liegen 2, an den Scheidewänden meist 3 Schichten Parenchymzellen. Bei *N. minor* All. sind diese beiden Schichten gleichmässig ausgebildet; die Zellen der Epidermis sind daher ebenso gross, wie die anderen Parenchymschichten. Bei *N. flexilis* (Willd.) sind die Zellen der äussersten Schicht, der Epidermis, von geringerem Lumen, als die der darunterliegenden zweiten Schicht. Die Schicht grosslumiger Parenchymzellen, die das Leitbündel mitsammt seiner Schutzscheide umgeben, hat bei *N. minor* All. und *N. flexilis* (Willd.) deutlich stärker verdickte Zellmembranen, als die äusseren Parenchymzellen, s. Taf. VII. Fig. 4. Noch weit stärker sind die Membranen dieser Schicht verdickt bei einigen ostindischen Arten. Am Knoten hat dieselbe Bildung einer parenchymatischen Knotenplatte an Stelle des centralen Leitbündels, wie bei *N. major* All. statt.

Das Blatt von *N. major* wird von einem centralen Leitbündel durchzogen; dieses wird nicht von einer Schutzscheide umgeben. Ein Canal durchzieht ebenfalls das Leitbündel; dieser ist im Querschnitt von 5—6 Zellen umgrenzt, und liegt er stets etwas excentrisch, und zwar so, dass an der Bauchseite des Bündels die den Canal umgebenden Zellen unmittelbar an's grosse Blattparenchym grenzen, während auf der Rückenseite des Bündels zwischen den Canalwandungszellen und dem Blattparenchym 1—2 Schichten englumiger Leitzellen liegen; diese breiten sich nach den beiden Seiten aus, ihre Schichten daselbst vermehrend, und umschliessen so bogenförmig die Canalwandungszellen von drei Seiten, s. Taf. VII. Fig. 1. Um das Leitbündel herum liegen nach oben und unten, die kleinzellige Epidermis nicht mitgerechnet, 2—3 Schichten grosszelligen Blattparenchyms; an den Seiten ist das Bündel von nur einer Schicht grosszelligen Parenchyms umgeben, an die sich rechts und links zwei grosse Intercellularräume anschliessen. Diese werden oben und unten, die Epidermis nicht mitgerechnet, von einer Schicht grosszelligen Parenchyms umgeben; an den Seiten schliessen sich diese beiden Schichten zum Blattrand. Das ganze Blattparenchym ist ringsherum von einer kleinzelligen Epidermis umgeben. Spaltöffnungen habe ich nie an *N. major* All. bemerkt und habe sie auch dort keineswegs erwartet. Ich würde das hier nicht erwähnen, wenn nicht A. Weiss in seiner Arbeit „Untersuchungen über die Zahlen- und

Grössenverhältnisse der Spaltöffnungen" in Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik Bd. IV. pag. 189 ausdrücklich hervorhöbe, dass er Spaltöffnungen bemerkt habe an „beständig unter Wasser bleibenden Theilen von Najas- und Potamogeton-Arten." Ich glaube mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass weder *N. major,* noch *N. minor,* noch *N. flexilis* jemals irgendwo Spaltöffnungen haben.

Von dem so eben beschriebenen Bau des Blattes von *N. major* All. weicht der Blattbau sämmtlicher Arten der Sectio *Caulinia* vor allen Dingen in einem sehr wesentlichen Punkte ab: es fehlt den Blättern gänzlich diejenige Zellschicht, welche die kleinzellige Epidermis des Blattes von *N. major* All. bildet. In der That haben wir, wenn wir uns von dem Blatte von *N. major* All. die kleinzellige Epidermis wegdenken, den wesentlichen Bau des Blattes von *N. minor* All. vor uns. Im Blatte aller Arten der Sectio *Caulinia* wird das centrale Leitbündel von 6—8 grossen Parenchymzellen unmittelbar umgeben, denen sich jederseits ein grosser Intercellularraum anschliesst, während sie oben und unten von der oberen und unteren äussersten Zellschicht des Blattes gedeckt werden. Diese äussersten Zellschichten bilden weiter die obere und untere Wandung der Intercellularräume; auf deren dem Mittelnerv abgewandten Seite schliessen sich die einschichtigen Wandungen zusammen; doch schiebt sich zwischen ihnen an dieser Seite nicht selten eine dritte Zelle ein, s. Taf. VI. Fig. 1 u. 3, Fig. 7; Taf. VIII. Fig. 1 u. 3. Von der äusseren Wand des Intercellularraumes geht eine mehr oder minder entwickelte zweischichtige Blattspreite aus, deren äusserster Rand wieder einschichtig ist. Die das Leitbündel umgebenden Zellen sind am längsten, breitesten und tiefsten von allen Blattzellen und immer mit Stärke dicht angefüllt, was leicht erklärlich ist aus der Function der Leitbündel die Stärke in gelöster Form zu den nicht assimilirenden Organen, wie Wurzel, junge Knospe, Anthere, Ovulum, Embryo zu leiten.

Die am meisten in die Augen springenden anatomischen Verschiedenheiten der Blätter der verschiedenen Arten beruhen nun auf der mächtigen oder schwachen Entwickelung der Blattspreite an den äusseren Seiten der Intercellularräume und der damit in Zusammenhang stehenden Grösse der letzteren. Die verschiedene Ausbildung der Zähne wurde bereits im vorigen Kapitel erörtert. Bei der allerdings noch geringen Anzahl der untersuchten Fälle hat es sich nun als Regel gezeigt, dass mit stark entwickelten Zähnen stets eine geringe Entwickelung der Spreite an der äusseren Seite der Intercellularräume und beträchtliche Grösse der letzteren verbunden ist, so bei *N. minor* All., s. Taf. VI. Fig. 7 und *N. Leichardtii* P. Magnus, s. Taf. VIII. Fig. 1 u. 3; und umgekehrt gehen mit wenigzelligen Zähnen stark entwickelte Blattspreite und geringe Intercellularräume Hand in Hand, so z. B. bei *N. flexilis* (Willd.), s. Taf. VI. Fig. 8, *N. microdon* A. Br., Taf. VI. Fig. 5, *N. graminea* Del., Taf. VI. Fig. 1. Andere anatomische Verschiedenheiten resultiren aus dem Auftreten eigenthümlicher Zellformen, die ich bei den einzelnen Arten sogleich näher besprechen werde.

Der anatomische Bau des Blattes von *N. minor* All. ist bereits in den vorhergehenden Zeilen ausführlich erörtert. Der Bau des Bündels ist ebenso, wie bei *N. major* All.; nur umgreift die Leitzellenschicht am Rücken der Canalwandung nicht so weit die Seiten derselben, wie dort, s. Taf. VII. Fig. 5.

Bei *N. flexilis* (Willd.) ist, wie auch schon erwähnt, die zweischichtige Blattspreite an der äusseren Seite der kleinen Intercellularräume sehr entwickelt. Die Zellen der Rückenschicht sind englumiger, als die der Bauchschicht, s. Taf. VI. Fig. 8. Die Zellen jeder Schicht der Spreite sind sämmtlich gleichmässig ausgebildet; nur die Zellen der 2—3 äussersten Randreihen sind unbedeutend länger gestreckt. Das Leitbündel ist ebenso, wie das von *N. minor* All. gebaut. (In den Figuren auf Taf. VI. sind die Leitbündel nur schematisch angedeutet, da die Schnitte meist aus trockenem Material gemacht werden mussten.)

Bei einer Anzahl Formen der amerikanischen *N. microdon* A. Br. kömmt die Bildung eines marginalen Bastnerven dadurch zu Stande, dass die äussersten Zellen der Blattspreite, ausgenommen die die Zähne tragende Randschicht, verlängert und bastartig verdickt sind und dem entsprechend auch kein Chlorophyll führen. Am schönsten entwickelt ist diese Bildung bei *N. microdon* var. *punctata* A. Br., s. Taf. VI. Fig. 5 u. 6 und Taf. V. Fig. 22—24. Der Bastnerv ist bei dieser am breitesten, während die ihn zusammensetzenden Zellen kurz sind, s. Taf. VI. Fig. 6. Sehr schön zeigt diese Bildung auch das kleine Blatt der *N. microdon* A. Br. var. *guadalupensis* (Spr.), bei der der Bastnerv schmäler, die einzelnen Bastzellen selbst aber relativ länger sind. Andere Formen haben mehr oder minder schwache Andeutungen des marginalen Bastnerven durch sehr lang gestreckte und schmale Zellen unterhalb der die Zähne tragenden Zellschicht, so z. B. *N. microdon* var. *Gollmeriana* A. Br., s. Taf. V. Fig. 20, 21. Bei *N. microdon* var. *Curassavica* A. Br. fehlt endlich jede Andeutung der langgestreckten Zellen und ist das Blattparenchym dort überall gleichmässig ausgebildet, s. Taf. V. Fig. 19.

Das Blatt von *N. graminea* Del. hat ebenfalls, wie schon erwähnt, eine schön entwickelte zweischichtige Blattspreite an der äusseren Seite der geringen Intercellularräume. Die Differenz der Rücken- und Bauchschicht der Spreite ist hier viel bedeutender, als bei *N. flexilis* (Willd.) und *N. microdon* A. Br. Die Zellen der Rückenschicht sind englumiger und länger gestreckt, als die Zellen der Bauchschicht, wie es in ähnlicher Weise bei *Hydrilla verticillata* und *Elodea canadensis*[1]) statt hat. Ein marginaler Randnerv wird jederseits dadurch gebildet, dass die unmittelbar unter den Randzellen liegende Zellreihe der Rückenschicht zu bastartig verdickten, langgestreckten Zellen ausgebildet ist[2]), s. Taf. VI. Fig. 1, 2 und 4. Ausserdem liegen über der Mittelrippe auf

[1]) Vgl. R. Caspary „Die Hydrilleen", in Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaffliche Botanik Bd. I. pag. 389 und 451. Taf. XXV. Fig. 8.

[2]) Bei *Elodea canadensis* befindet sich ebenfalls jederseits ein solches Bastbündel, das aber besteht

der Rückenseite des Blattes drei aus solchen oberflächlichen Bastzellen gebildete Bündel, ein genau medianes und zwei durch 1—2 Zellen davon getrennte seitliche, und ein solches oberflächliches Bündel befindet sich auf der Bauchseite genau median, s. Taf. VI. Fig. 1 u. 3. Die beiden seitlichen Bündel auf dem Rücken der Mittelrippe verlieren sich nach oben, und nur das mittlere Bündel läuft bis nahe unter die Spitze. Die Bastzellen, aus denen die Bündel zusammengesetzt sind, sind sehr eigenthümlich gestaltet. An dem einen Ende sind sie ganz einfach, an dem anderen Ende laufen sie in zwei lange unter sehr spitzem Winkel divergirende Gabelzinken aus, s. Taf. VI. Fig. 4 *a-d*. Sie schliessen so an einander, dass das einfache Ende der einen Bastzelle von der spitzwinkligen grossen Gabel der benachbarten Zelle eingefasst wird. Daher trifft man auf dem Querschnitte des marginalen Bastnerven oft scheinbar drei Bastzellen, s. Taf. VI. Fig. 2, obgleich nur eine Reihe Bastzellen vorhanden ist; zwei der auf dem Querschnitte getroffenen gehören dann einer Gabel, die dritte dem von dieser umfassten einfachen Ende an. Ebenso erklärt sich bei den anderen Bastnerven das Auftreten von Bastzellen in einer zweiten Schicht. Die Wandungen der Bastzellen sind ganz glatt und eben. Sie sind ungefähr 5—8 Mal so lang als die umgebenden Parenchymzellen. Es möchte gestattet sein hier an Hanstein's Hypothese der Bildung von Bastzellen durch Fusion mehrerer Zellen[1]) zu erinnern, ohne dass ich irgend eine Meinung für diesen Fall darüber aussprechen will, um so mehr, da es eine grosse Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass die Bastzellen sich aus ungetheilt bleibenden, sich in die Länge streckenden Zellen entwickeln, während die benachbarten Zellen mit dem Längenwachsthum des Blattes sich wiederholt quertheilen.

So, wie eben geschildert, ist der Bau von *N. graminea* Del. von ihren sämmtlichen Standorten, ausgenommen die von Ehrenberg in Damiatte und von Schweinfurth bei Caïro gesammelten Exemplare, denen die Bastnerven fehlen. Die von Stendener bei Cordofan gesammelte *N. graminea* Del. besitzt sie wieder, ebenso die Algerische und Italienische. Ganz ebenso mit denselben charakteristischen Bastbündeln und genau eben solchen Bastzellen ist das Blatt von *N. tenuifolia* R. Br. versehen. Diese beiden Arten stimmen in den Blättern in allen Beziehungen überein, während sie in der Länge der Narbenschenkel und namentlich im Baue der männlichen Blüthe sehr scharf von einander verschieden sind.

Die Blätter von *N. Leichardtii* P. Magnus haben, wie bereits schon erwähnt, stark entwickelte vielzellige Zähne und eine sehr geringe Spreite an der äusseren Seite der sehr grossen Intercellularräume. Marginale Bastnerven habe ich nie an denselben bemerkt. Dahingegen liegen über und unter dem Mittelnerven, auf der Rückenseite

aus den 4—7 bastartig ausgebildeten, äussersten Zellreihen der Rückenschicht unter dem einreihigen Rande, s. Taf. VIII. Fig. 6; nach der Spitze zu wird die Zahl der das Bastbündel bildenden Zellen geringer; auch hier nimmt die Bauchschicht nicht Theil an der Bildung des marginalen Bastnerven. Sämmtliche Zellen dieses marginalen Bastnerven sind einfach; im unteren Theil des Blattes liegt an der Rückenseite des Bündels dicht unter der Epidermis auch eine Gruppe von Bastzellen.

[1]) Die Milchsaftgefässe und die verwandten Organe der Rinde von Dr. J. Hanstein. Berlin 1864. p. 45-47.

und Bauchseite des Blattes, oberflächliche Bastnerven in variirender Anzahl und Anordnung und stets nur im unteren Theile des Blattes. Bald ist ein einziger auf der einen Seite, keiner auf der anderen, s. Taf. VIII. Fig. 1, bald sind zwei auf der Rückenseite, s. Taf. VIII. Fig. 2, bald einer auf der Rückenseite, einer auf der Bauchseite, s. Taf. VIII. Fig. 3, und so mögen noch andere von mir nicht bemerkte Fälle vorkommen. Das Lumen der Bastzellen ist sehr verschieden, ebenso die Dicke der Membran. Ihre Länge übertrifft 6—10 Mal die der umgebenden Parenchymzellen. Die Bastnerven bestehen aus 1 oder 2 Reihen von Bastzellen. Die Bastnerven, namentlich die einreihigen, sind häufig streckenweise unterbrochen, so dass einer Bastzelle, die mit abgerundetem Scheitel im Parenchym endet, eine ihre Längsrichtung fortsetzende Reihe unbestimmt vieler kurzer Parenchymzellen folgt, die dann weiter oben wieder durch eine oder mehrere Bastzellen unterbrochen wird, s. Taf. VIII. Fig. 4. Die Bastzellen selbst sind höchst charakteristisch ausgebildet. An dem einen Ende sind sie ebenfalls gegabelt, s. Taf. VIII. Fig. 5—7; an dem anderen Ende sind sie ungetheilt: beim gegenseitigen Anschluss der Zellen umgreift wiederum die Gabel der einen das ungetheilte Ende der benachbarten Zelle, s. Taf. VIII. Fig. 5. Wo das einfache Ende auf die Gabel einer benachbarten Bastzelle stösst, ist es demgemäss verlängert spitz ausgezogen; wenn die Bastzellen hingegen im umgebenden Parenchym enden, hören sie mit stumpf abgerundetem Ende auf, s. Taf. VIII. Fig. 4. Die verdickte Membran der Bastzellen schmiegt sich während ihres ganzen Verlaufes dem umgebenden Gewebe so eng an, dass sie ein getreuer Abdruck der benachbarten Grenzwandung desselben ist, und sich daher die spitzwinkligen Buchten zweier benachbarter Zellen durch eine spitze, aussen kurzdornartige Aussackung der Membran an der Bastzelle markiren, s. Taf. VIII. Fig. 4—7: wenn zwei Bastzellen neben einander verlaufen, so sind die Membranen, wo sich die Bastzellen gegenseitig berühren, vollständig eben und glatt, s. Taf. VIII. Fig. 8. Die Anatomie des Blattes von *N. Leichhardtii* P. Magnus hat dadurch ein besonderes Interesse, dass uns die Bastnerven aus den charakteristisch gegabelten Bastzellen deutlich die Verwandtschaft dieser Art mit der ihr geographisch auch benachbarten *N. tenuifolia* R. Br. zeigen, während sie in der oben erörterten anderweitigen Ausbildung der Blätter mit starken vielzelligen Zähnen u. s. w., sowie in den vorgezogenen asymetrischen Oehrchen der Scheide sich der *N. indica* (Willd.) und Verwandten anschliesst. In den charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Blüthen (männliche Blüthe mit vierfächeriger Anthere und in einen langen, mit braunen Zähnen versehenen Schnabel zusammengezogener äusserer Blüthenhülle; weibliche Blüthe mit nur einer 2—3 Narbenschenkel tragenden Hülle) stimmt *N. Leichardtii* mit *N. tenuifolia* und ostindischen Arten überein, während sich *N. indica* (Willd.) durch die doppelte Hülle der weiblichen Blüthe davon entfernt. So verbindet *N. Leichhardtii* die ostindischen der *N. indica* (Willd.) verwandten Arten mit *N. tenuifolia* R. Br. und durch diese mit *N. graminea* Del., und erkennen wir dies mit am klarsten durch die anatomische Ausbildung der Blätter.

EINIGE SYSTEMATISCHE BEMERKUNGEN.

Die Gattung *Najas* wurde bisher von den meisten Systematikern in eine Familie mit *Potamogeton, Zanichellia, Ruppia, Zostera* u. v. A. gestellt, die häufig *Najadaceae* genannt wurde. Aber der Blüthenbau von *Najas* entfernt sie von den anderen mit echten Staubfäden und Carpellen versehenen Gattungen so sehr, dass sie mindestens den Typus einer eigenen Familie darstellt. Diese Familie, deren einziger Repräsentant die Gattung *Najas* ist, ist *Najadaceae* zu nennen. Die anderen oben erwähnten Gattungen, die in den wesentlichen Charakteren der Blüthe und im Bau der Frucht, sowie durch viele vegetative Charaktere mit einander übereinstimmen, sind in eine Familie zu vereinen, die man nach der Gattung *Potamogeton,* dem am regelmässigsten ausgebildeten Typus, benennen kann. Die *Najadaceae* nun sind nach dem Blüthenbau folgendermaassen zu charakterisiren. „Blüthen diclinisch; männliche Blüthe besteht aus dem axilen Antherenkörper, mit ein bis vier Antherenfächern, der von zwei Blüthenhüllen umgeben ist; weibliche Blüthe besteht aus dem axilen Ovulum, das von ein oder zwei Blüthenhüllen umgeben ist, von denen die einzige oder, wenn zwei vorhanden, die innere Narben trägt. Ovulum anatrop, mit zwei Integumenten. Frucht der von der weiblichen Hülle umgebene Same. Same mit harter Testa, eiweisslos, Embryo grade mit stark entwickelter Plumula. 2 squamulae intravaginales innerhalb der Blätter." Diese letzteren sind deshalb im Familiencharakter zu erwähnen, da sie in anderen Familien, ja in ganzen Familienkreisen constant sind.

Bei der Charakteristik des Genus *Najas* L. sind die vegetativen und morphologischen Merkmale mit zu berücksichtigen, deren Ausdruck folgender ist. „Blätter mit scheidenförmigem Grunde sitzend einfach, schmal linealisch, beiderseitig mit braunen Stachelzähnen, selten auch solche auf der Rückenfläche. Die Blätter stehen in sich unter schwachem spitzen Winkel kreuzenden Paaren. Nur das erste Blatt eines Paares hat einen Zweig in der Achsel. Am Grunde des Zweiges steht auf der einen Seite die Blüthe an der Stelle des unterdrückten ersten Blattes desselben, auf der anderen Seite ein basales Laubblatt. Die Zweige sind mit dem Mutterspross homodrom. Stamm nur mit einem centralen Bündel einfacher unverdickter Leitzellen, das in seiner Mitte einen Canal einschliesst und von einer Schutzscheide mit gewellten radialen Seitenwänden umschlossen ist." Alle diese Merkmale müssen mit in die Charakteristik des Genus aufgenommen werden, da die Diagnose eines Genus mindestens Alles enthalten muss,

was alle Species desselben Gemeinsames haben, gleichgültig, ob die Merkmale von der Blüthe, von den vegetativen Organen oder von dem morphologischen Aufbau hergenommen sind.

Die Eintheilung des Genus *Najas* L. in die den Willdenow'schen Genera entsprechenden Sectionen *Eunajas* (Aschs.) und *Caulinia* (Willd.) ist sehr natürlich, wenn auch die Willdenow'schen Unterschiede längst überwunden sind. Eine sehr gute Charakteristik der Sectionen gab A. Braun jüngst in Seemann's Journal of Botany. II. 1864. pag. 274 sqq. Seine Zweifel, ob das diöcische oder monöcische Verhalten die Sectionen trennt, kann ich nur theilen. Wenigstens scheint eine von Hasskarl[1]) beschriebene zur Sectio *Caulinia* gehörige Pflanze diöcisch zu sein, und fand ich bisher bei der allerdings nur spärlich untersuchten *N. indica* (Willd.) stets entweder nur weibliche oder nur männliche Blüthen an einem Zweige. Ebenso ist die Verschiedenheit der männlichen Blüthen nicht durchgehend. Denn, wie oben dargelegt, kommen in der Sectio *Caulinia* vierfächerige Antheren vor. Für diese Unterschiede kann ich nach den bisherigen Erfahrungen desto bessere Unterscheidungs-Merkmale der Sectionen aus dem Bau der Samenschale und der Anatomie des Stammes und der Blätter entlehnen. Wie oben beschrieben, ist die Samenschale von *N. major* All. ein mehrschichtiges Steinparenchym, während sie bei allen untersuchten Arten aus der Sectio *Caulinia* nur aus drei Zellschichten besteht, ausgenommen in der Gegend der Raphe. Ebenso ist der anatomische Bau des Stammes und der Blätter charakteristisch für jede Section; in der Section *Caulinia* liegt zwischen der Schutzscheide des Leitbündels und den radialen Intercellularräumen nur eine Schicht grosser Parenchymzellen; in der Section *Eunajas* liegen 2—3 Schichten Parenchymzellen dazwischen. Das Blatt von *N. major* All. wird von einer kleinzelligen Epidermis umgrenzt, die, wie im vorigen Kapitel nachgewiesen, den Blättern der Sectio *Caulinia* vollständig fehlt; eine ihr entsprechende Schicht ist dort gar nicht gebildet. Ob endlich das oben beschriebene Verhalten der Keimpflanzen durchgängig für die beiden Sectionen ein verschiedenes ist, muss ich noch dahin gestellt sein lassen, namentlich im Hinblick auf *N. graminea* Del., doch will ich hervorheben, dass ich an zwei sehr entfernt stehenden Arten der Sectio *Caulinia,* an *N. minor* All. und *N. flexilis* (Willd.) dasselbe Verhalten der Keimpflanzen beobachtet habe. Doch sind dies noch bei den so zahlreichen Arten der Sectio *Caulinia* zu wenig Fälle, um die Verallgemeinerung zu gestatten. Der wesentliche Charakter der Sectionen würde sich demnach folgendermaassen gestalten:

Sectio *Eunajas* (Aschs.) Stamm und Blattrücken meist mit Stachelzähnen. Die Blüthen diöcisch (ob bei allen?). Anthere vierfächerig (ob immer?). Samenschale aus einem vielschichtigen Steinparenchym bestehend. Leitbündel des Stammes von den In-

[1]) Plantae Javanicae rariores auctore J. K. Hasskarl. Berlin. A. Foerstner 1848. pag. 142.

tercellularräumen durch 2—3 Schichten Parenchymzellen getrennt. Blatt mit einer kleinzelligen Epidermis versehen, die sehr scharf von den grossen Parenchymzellen des Blattes absticht.

Sectio *Caulinia* (Willd.) Stamm und Blattrücken ohne Stachelzähne. Blüthen monöcisch bei den meisten Arten (ob bei allen??). Anthere ein- bis vierfächerig. Samenschale aus drei Zellschichten gebildet. Leitbündel des Stammes von den Intercellularräumen durch eine Schicht grosser Parenchymzellen getrennt; Blatt ohne kleinzellige Epidermis.

Für die Arten der Sectio *Caulinia* hat die vorstehende Untersuchung eine unerwartete Fülle guter Unterscheidungsmerkmale ergeben. Ich nenne hier die Ein- oder Zweizahl der Hüllen der weiblichen Blüthe, bei zwei Hüllen das verschiedene Längenverhältniss dieser zu einander, die verschiedene Ausbildung der äusseren Hülle, bei einer Hülle die Verschiedenheit des Narbenapparates derselben; ich erinnere an die mannigfache Ausbildung der äusseren Hülle der männlichen Blüthe, an die ein- oder mehrfächerigen Antheren, an die Entwicklung eines Stieles unterhalb der äusseren Hülle bei *N. podostemon*. Dazu kommen noch die verschiedene Sculptur und Bau der Samenschale, sowie die Gestaltung der Scheide, der Bau der Zähne und endlich die Anatomie der Blätter.

Aber um desto schwieriger ist die weitere Gruppirung der artenreichen Sectio *Caulinia*, und sind wir hier, wie überall, angewiesen, die Gruppen in der Natur aufzusuchen, nicht sie von den uns wichtig scheinenden Merkmalen aus aufzustellen. Ich unterscheide zwei Hauptgruppen. Bei der einen gehen die schräg abfallenden Ränder der Scheide allmählig in die Ränder der Spreite über; bei der anderen Gruppe stehen die oberen Scheidenränder entweder horizontal von der Spreite ab, oder sie sind in mehr oder minder lange Oehrchen emporgezogen; immer ist die Scheide scharf gegen die Spreite abgesetzt. Wie oben beschrieben finden allmählige Uebergänge von den mit langen Oehrchen versehenen zu den mit horizontal abstehenden oberen Rändern versehenen Scheiden statt.

Die Arten der ersten Gruppe mit abschüssigen Scheidenrändern sind alle in Amerika einheimisch und mögen deshalb *Americanae* genannt werden; eine einzige, *N. flexilis* (Willd.), verbreitet sich von dort aus über den Norden Europas. Nur bei ihnen kommen Narbenapparate mit Stachelschenkeln vor. Die weibliche Blüthe hat stets nur eine Hülle. Die äussere Hülle der männlichen Blüthe endet immer in einen mit braunen Zähnen versehenen engen Schnabel. Die extremen Formen dieser Section werden durch die vielgestaltige *N. microdon* A. Br. verbunden, deren geographische Verbreitung auch mitten in dem Gebiete dieser Section liegt. Der Narbenapparat derselben besteht oft nur aus Narbenschenkeln, s. Taf. V. Fig. 26, 27, wie er bei *N. Wrightiana* A. Br. und *N. podostemon* P. Magnus constant ist; oft hat er Stachelschenkel, zuweilen

zwei gegenüberliegende und dazwischen zwei Narbenschenkel, wie es bei *N. flexilis* (Willd.) constant ist. Meist bestehen die Zähne der *N. microdon* aus einer über den Rand hervortretenden Stachelzelle, wie es auch bei *N. flexilis* (Willd.) im Norden, bei der von Poeppig bei Ega am Amazonenstrom gesammelten *Najas* im Süden statt hat. Doch giebt es, wie erwähnt, von der *N. microdon* A. Br. auch Formen, deren Zähne mehrzellig sind, s. Taf. V. Fig. 19 und 22—24, wie sie in grösserem oder geringerem Maasse bei *N. conferta* A. Br., *N. arguta* A. Br., *N. Wrightiana* A. Br., *N. podostemon* P. Magnus ausgebildet sind. Die Antheren von *N. microdon* A. Br. scheinen bei allen bisher untersuchten Formen einfächerig zu sein. Die einfächerigen Antheren dieser Section sind bald mit Stachelschenkel führendem Narbenapparat verbunden (*N. flexilis* (Willd.)) bald mit einfachem Narbenapparat (*N. podostemon* P. Magnus); ebenso sind die mehrfächerigen Antheren bald mit Stachelschenkel führendem Narbenapparat (*N. arguta* H. et Kth.), bald mit einfachem Narbenapparat (*N. Wrightiana* A. Br.) in einer Art vereint. Alle diese so mannigfach ausgebildeten Arten der *Americanae* werden, wie gesagt, durch die vielgestaltige *N. microdon* A. Br. verbunden, so dass jede weitere Theilung der *Americanae* unnatürlich erscheinen muss. *N. microdon* A. Br. bietet uns ein ausgezeichnetes Beispiel, wie ein Typus zugleich zu mehreren verschiedenen Typen Verwandtschaft haben kann, zu Typen, die gleichsam von ihm divergiren.

Die anderen Arten der Sectio *Caulinia*, die alle darin übereinstimmen, dass die Scheide des Blattes scharf gegen die Spreite abgesetzt ist, fasse ich in die Unterabtheilung *Euvaginatae* zusammen. Die weiblichen Blüthen haben bald eine, bald zwei Hüllen, immer aber trägt die das Ovulum umgebende Hülle nur Narbenschenkel. Die äussere Hülle der männlichen Blüthe ist in mannigfacher Weise ausgebildet, bald in einen Schnabel mit oder ohne Stachelzähne an der Mündung verlängert, bald in der Höhe der Anthere oder etwas über derselben mit ungezähnelter Mündung aufhörend. Die Antheren sind bald einfächerig, bald vierfächerig, vielleicht kommen auch Antheren mit zwei Fächern vor. Ueber eine etwaige weitere Eintheilung dieser Gruppe kann ich nicht urtheilen, so lange ich nicht die so zahlreichen ostindischen Arten besser kennen zu lernen Gelegenheit habe, und sichere und in allen Organen bekannte Arttypen gewonnen habe.

Einzelne Pflanzen aus diesen beiden Gruppen der Sectio *Caulinia* zeigen uns recht anschaulich, wie innere Verwandtschaft und Aehnlichkeit der äusseren Merkmale keineswegs stets zusammenfallen. Die *Najas Wrightiana* A. Br. stimmt in weit mehr Merkmalen mit *N. minor* All. überein, als mit der ihr weit näher verwandten *N. flexilis* (Willd.). Bei beiden erstgenannten Arten bestehen die Blattzähne aus einer vielzelligen von einer braunen Stachelzelle gekrönten Hervorragung des Blattrandes, bei beiden haben die Hüllen der weiblichen Blüthen nur Narbenschenkel, keine Stachelschenkel, bei beiden ist der Samenbau typisch ähnlich, indem die äussere Schicht der

Samenschale, weit abweichend von der darunter liegend stark verdickten Schicht ausgebildet, die Maschen an der reifen Samenschale bildet; Alles dies gilt im Gegensatz zu *N. flexilis* (Willd.). Die Verwandtschaft von *N. Wrightiana* A. Br. zu *N. flexilis* (Willd.) tritt einerseits hervor durch die vermittelnden Arten (*N. arguta* H. et Kth. und vor allen Dingen *N. microdon* A. Br.) andererseits durch das monströse Auftreten einzelner brauner Stachelzähnchen an dem Narbenapparat, s. Taf. III. Fig. 8, 9. Diese Monstrosität ist jedenfalls als in dem Wesen der Verwandtschaft beruhend, aufzufassen.

Zusatz zu Seite 33.

Die männlichen Blüthen von *Callitriche* entwickeln sich ganz ähnlich, wie die von *Casuarina;* nur sprossen aus dem später zum Staubgefässe werdenden Blüthenhöcker statt der 3—4 Perigonblätter von *Callitriche* blos 2 seitliche Vorblätter hervor. Dies geht schon aus Hegelmaier's Angaben in seiner „Monographie der Gattung *Callitriche*" pag. 37 hervor und fand ich es bei der Untersuchung dieses Frühjahr bestätigt. Die von den Autoren angegebenen Blüthen mit 2 Staubgefässen (vgl. z. B. Dr. C. P. Ascherson Flora der Provinz Brandenburg Abth. 1. pag. 64) habe ich in der allerdings noch geringen Zahl der untersuchten Fälle nicht gefunden; Hegelmaier erwähnt sie ebenfalls nicht. Vielleicht sind die beobachteten Fälle auf eine zweite accessorische männliche Blüthe zurückzuführen, vgl. Hegelmaier l. c. pag. 35 u. 36. Mit demselben Rechte, wie die Blüthe von *Casuarina,* müssen wir die von *Callitriche* als axiles Staubgefäss bezeichnen. Morphologisch vergleichende Betrachtung lässt uns hier, wie bei *Casuarina,* fast gänzlich in Stich, da wir noch kein sicheres Urtheil über die Verwandtschaft beider Gattungen haben, und die weibliche Blüthe derselben einstweilen keinen Vergleichungspunkt darzubieten scheint. Sollte sich die Verwandtschaft von *Callitriche* zu den *Halorrhagideae* noch sicherer herausstellen, so ist die axile Natur des Staubgefässes wenig wahrscheinlich.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt des Embryo's von N. minor All. oberhalb der plumula. *c* Cotyledon, *sq'* dessen 2 squamulae intravaginales, *l'l'* erstes Laubblattpaar.

Fig. 2. Schema der Blattstellung von N. major All. vom zweiten (?) Knoten der Keimpflanze aus; 3 und 4, 5 und 6, 7 und 8 Blattpaare der Hauptachse; 1′ und 2′ grundständiges Blattpaar des Zweiges aus Blatt 3, 1′ Schuppenblatt; 1″ und 2″ grundständiges Blattpaar des Zweiges aus 1′, 1″ Schuppenblatt.

Fig. 3. Schema der Blattstellung an höheren Knoten von N. major All. bei der der kurze Weg links herum geht: 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6 Blätter der Hauptachse; 2′ grundständiges stengelumfassendes Laubblatt des Zweiges aus Blatt 1, 1′ die am Grunde dieses Zweiges stehende Blüthe.

Fig. 4. Schema der Blattstellung an höheren Knoten von N. major All., bei der der kurze Weg rechts herum geht.

Fig. 5. Schema der Blattstellung von N. major All., bei der der kurze Weg zur Blüthe (dem ersten Blatt des Zweiges) zusammenfällt mit der Richtung des langen Wegs zum ersten Blatt des nächsten Blattpaars der Hauptaxe.

Fig. 6. Schema einer scheinbaren Gipfelblüthe von N. minor All. Die Knospe neben der Blüthe ⊕ blieb unentwickelt, und die Hauptaxe ist in ihrer Entwickelung sehr zurückgeblieben. Von einer Blüthe oder deren Rudimenten in der Achsel von Blatt 1 war nichts zu erkennen; wahrscheinlich hatte dort eine männliche Blüthe gestanden, die bereits ganz weggefault war.

Fig. 7. Aehnlicher Fall einer scheinbaren Gipfelblüthe ⊕ von N. minor All.; die Hauptaxe ist wieder in der Entwickelung sehr zurückgeblieben. Von dem Sprosse, an dessen Grunde die Blüthe seitlich steht, ist nur das unterste Blatt entwickelt, dessen Scheidentheil nicht ausgebildet ist.

Fig. 8. Schema des Falles einer Gipfelblüthe ⊕ von N. minor All., wo sowohl die Fortsetzung der Hauptaxe, wie der Mutterzweig der Blüthe gänzlich unterdrückt sind. Der Scheidentheil des zweiten Blattes des Blattpaares der Hauptaxe ist nicht ausgebildet.

Fig. 9. Schema der Blattstellung von N. minor All. vom zweiten Knoten der Keimpflanze aus. 1 und 2, 3 und 4 die beiden ersten Laubblattpaare der Keimpflanze, die durch kein Internodium von einander getrennt sind; 5 und 6, 7 und 8 die folgenden Blattpaare der Hauptaxe. 1′ und 2′ grundständiges Blattpaar des Achselsprosses von Blatt 3; ebenso 1″ und 2″, 1‴ und 2‴; I′, 1″ und 1‴ sind Schuppenblätter. In der Achsel von Blatt 5, Blatt 7 und Blatt 3′ steht ein seine Axe einfassendes steriles Laubblatt; daneben standen wahrscheinlich zur Zeit der Beobachtung bereits weggefaulte männliche Blüthen.

Fig. 10. Schema der Blattstellung von N. minor All. von einem höheren Knoten aus; 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6 Blätter der Hauptaxe; 2′, 3′ und 4′, 5′ und 6′ Blätter des Achselsprosses aus Blatt I; *a'* Blüthe an Stelle des ersten Blattes des Sprosses aus Blatt 1.

Fig. 11. Schema der Blattstellung von N. flexilis (Willd.) von einem höheren Knoten aus. Bezeichnung wie in Fig. 10.

Tafel II.

Fig. 1. Narbenapparat der weiblichen Blüthe von N. major All. $^{20}/_{1}$. Vergr.

Fig. 2. Scheitelknospe von N. major All. In der Achsel des ältesten Blattes der convexen Seite steht die Anlage der jungen weiblichen Blüthe neben der Knospe. $^{50}/_{1}$. Vergr.

Fig. 3, 4, 5 und 6. Weitere Entwickelungsstadien der weiblichen Blüthe von N. major. Fig. 3 und 4 $^{50}/_{1}$.; Fig. 5 und 6 $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 7. Längsschnitt der ausgewachsenen weiblichen Blüthe von N. major in ihrer Stellung am Stamm.

Fig. 8. Längsschnitt der unaufgesprungenen männlichen Blüthe von N. major. $^{20}/_{1}$. Vergr.

Fig. 9, 10, 11 und 12. Entwickelungsstadien der männlichen Blüthe von N. major All. Fig. 9, 10 und 12 $^{50}/_{1}$., Fig. 11 $^{34}/_{1}$. Vergr.

Fig. 13, 14 und 15. Junge weibliche Blüthen von N. minor All. mit Entwickelungsstadien des ovulum. Alle $^{50}/_{1}$. Vergr.

Fig. 16 und 17. Entwickelungsstadien des ovulums von N. minor All. $^{69}/_{1}$. Vergr.

Fig. 18. Weibliche Blüthe von N. minor mit drei Narbenschenkeln. $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 19. Männliche Blüthe von N. minor. $^{34}/_{1}$. Vergr.

Fig. 19*a*. Zellnetz des oberen Theiles der äusseren Hülle der vorigen Fig. $^{103}/_{1}$. Vergr.

Fig. 20. Längsschnitt der männlichen Blüthe von N. minor All. $^{34}/_{1}$. Vergr.

Fig. 21. (Durch ein Versehen des Lithographen steht auf der Tafel Fig. 20.) Weibliche Blüthe von N. flexilis (Willd.). $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 22. Zellnetz des oberen Theiles der Hülle der weiblichen Blüthe von N. flexilis (Willd.). $^{50}/_{1}$. Vergr.

Fig. 23. Querschnitt der Hülle der weiblichen Blüthe von N. flexilis (Willd.). $^{198}/_{1}$. Vergr.

Fig. 24. Junge weibliche Blüthe von N. flexilis (Willd.). $^{69}/_{1}$. Vergr.

Fig. 25. Etwas ältere weibliche Blüthe von N. flexilis (Willd.). $^{50}/_{1}$. Vergr.

Fig. 26. Männliche Blüthe von N. flexilis (Willd.). $^{69}/_{1}$. Vergr.

Fig. 27. Zellnetz des oberen Theiles der äusseren Hülle derselben. $^{103}/_{1}$. Vergr.

Fig. 28. Männliche Blüthe von N. flexilis (Willd.) kurz vor dem Aufspringen. $^{34}/_{1}$. Vergr.

Fig. 29. Aufgesprungene männliche Blüthe von N. flexilis (Willd.). $^{20}/_{1}$. Vergr.

Tafel III.

Fig. 1, 2 und 3. Weibliche Blüthe von N. ancistrocarpa A. Br. in verschiedenen Entwickelungsstadien. Fig. 1 $^{36}/_{1}$., Fig. 2 und 3 $^{27}/_{1}$. Vergr.

Fig. 4 und 5. Männliche Blüthe von N. ancistrocarpa A. Br. $^{36}/_{1}$. Vergr.

Fig. 6. Männliche Blüthe von N. graminea Del. $^{36}/_{1}$. Vergr.

Fig. 7. Weibliche Blüthe von N. Wrightiana A. Br. $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 8 und 9. Monströse weibliche Blüthen von N. Wrightiana A. Br. mit ungewöhnlicher Zahnbildung am Narbenapparat. $^{27}/_{1}$. Vergr.

Fig. 10. Männliche Blüthe von N. Wrightiana A. Br. $^{27}/_{1}$. Vergr.

Fig. 11. Weibliche Blüthe von N. tennis A. Br. $^{27}/_{1}$. Vergr.

Fig. 12 und 13. Weibliche Blüthe von einer ostindischen Najasart aus dem K. Kais. Wiener Herbarium, bezeichnet „Herb. of the late East India Company No. 56091. East Bengal. Herb. Griffith. Distributed 1863—1864.“ $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 14. Weibliche Blüthe von einer von Pöppig bei Ega am Amazonenstrom gesammelten Najasart aus dem Königlichen Berliner Herbarium. $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 15. Männliche Blüthe von N. podostemon P. Magnus. $^{27}/_{1}$. Vergr.

Fig. 16. Junge weibliche Blüthe von N. podostemon P. Magnus. $^{36}/_{1}$. Vergr.

Fig. 17 und 18. Weibliche Blüthen von einer von Bory am Senegal gesammelten Najasart. $^{36}/_{1}$. Vergr.

Fig. 19, 20 und 21. Weibliche Blüthen von N. arguta H. B. Kth. (?), von R. Spruce am Amazonenstrom gesammelt. $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 22. Männliche Blüthe derselben Pflanze. $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 23—28. Weibliche Blüthen von N. microdon A. Br. var. Curassavica A. Br., von Ad. Ernst zu Cararas gesammelt. Sämmtliche Blüthen von einem Stock. $^{28}/_{1}$. Vergr.

Tafel IV.

Fig. 1. Weibliche Blüthe von N. tenuissima A. Br. $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 2, 3 und 4. Männliche Blüthen von N. tenuissima A. Br. in verschiedenen Stadien. Fig. 4 aufgesprungene männliche Blüthe. $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 5. Aufgesprungene männliche Blüthe von N. tenuiflora R. Br. $^{16}/_{1}$. Vergr.

Fig. 6—11. Scheitelknospen von N. major All. *bl I* und *bl II* das älteste Blattpaar der Figuren; *bl III* und *bl IV* das nächst jüngere u. s. f. *k* ist die Laubknospe, *b* die junge Blüthenanlage in der Achsel der betreffenden Blätter; *kb* ist das noch ungetheilte Achselproduct, dessen Theilung in *b* und *k* die Figuren 6 und 9—11 darstellen. *v* ist der noch blattlose Scheitel, dessen relativer Ort sich ändert, je nachdem ein erstes Blatt und sein Achselproduct oder ein zweites steriles Blatt des Blattpaares eben hervorsprossen oder hervorgesprosst sind, vgl. z. B. Fig. 6 und 9. Die Figuren 6 und 6*a*, 7 und 7*a*, 8 und 8*a* stellen je dieselbe Scheitelknospe von ihren beiden flachen Seiten gezeichnet dar. In Fig. 6 erkennt man deutlich, dass das jüngere Blattpaar unter einem sehr spitzen Winkel vom nächst älteren devergirt; in Fig. 6 liegt die Spitze von *bl IV* über *bl II*, in 6a (fälschlich *bl V* bezeichnet) darunter; die übrigen Scheitelknospen sind durch das Deckglas flachgedrückt gezeichnet. Sämmtliche Figuren 103 Mal vergr.

Fig. 12. Querschnitt des Leitbündels des Stammes von N. major All., der namentlich die Schutzscheide deutlich zeigt.

Fig. 13 und 14. Querschnitte von Placenten mit jungen ovulis von Sircondia (Begonia) crassifolia Klotzsch aus dem Berliner bot. Garten. $^{50}/_{1}$. Vergr.

Fig. 15—17. Junge ovula etwa vom Stadium der Fig. 13, mit Kali und Salzsäure durchsichtig gemacht, im optischen Längsschnitte gezeichnet. Man sieht deutlich, wie sowohl die axilen Reihen, als auch die peripherischen an der concaven und convexen Seite an der Krümmung Theil nehmen, daher keineswegs der abgekrümmte Theil des Eikerns aus dem grade bleibenden hervorsprosst. In Fig. 17 sieht man deutlich auf der convexen Seite in der äussersten Zellschicht die erste Theilung zur Bildung des inneren Integuments, das deutlich als seitliche Hülle hervorsprosst. (Ebenso deutlich zu verfolgen auf Taf. II Fig. 4—6 und 13—17.) $^{375}/_{1}$. Vergr.

Tafel V.

Fig. 1. Querschnitt der Schale des unreifen Samens von N. major All. $^{103}/_{1}$. Vergr.

Fig. 2. Querschnitt einer älteren Samenschale von N. major All. an der Raphe. $^{103}/_{1}$. Vergr. Die Verdickungen der äussersten Zellschicht sind durchaus nicht naturgetreu zur Darstellung gelangt, ebenso wie die Wandungen des Steinparenchyms ganz verwaschen sind. Leider konnte es nach geschehenem Probedruck, wo ich es erst bemerkte, nach der Aussage des Lithographen nicht mehr geändert werden.

Fig. 3. Querschnitt der reifen Samenschale von N. major. $^{103}/_{1}$. Vergr.

Fig. 4. Querschnitt der reifen Samenschale von N. minor. $^{198}/_{1}$. Vergr.

Fig. 5. Querschnitt der reifen Samenschale von N. minor. $^{26}/_{1}$. Vergr.

Fig. 6. Flächenansicht der äussersten Zelllage des eben ausgewachsenen ovulum's von N. minor. $^{103}/_{1}$. Vergr.

Fig. 7. Flächenansicht der äussersten Zellschicht der Samenschale von N. minor. $^{188}/_{1}$. Vergr.

Fig. 8. Querschnitt der fast reifen Samenschale von N. flexilis (Willd.). $^{198}/_{1}$. Vergr.

Fig. 9. Flächenansicht der äussersten Zelllage des unreifen Samens von N. flexilis (Willd.). $^{103}/_{1}$ Vergr.

Fig. 10 und 11. Querschnitt der noch unreifen (ob immer?) Samenschale von N. graminea Del. aus Cairo. $^{198}/_{1}$. Vergr.

Fig. 12. Querschnitt der ganz reifen Samenschale von N. graminea Del. aus Cairo. $^{198}/_{1}$. Vergr.

Fig. 13. Querschnitt durch die reife Samenschale von N. tenuissima A. Br. an der Raphe. $^{103}/_{1}$. Vergr.

Fig. 14. Querschnitt der reifen Samenschale von N. tenuissima A. Br. $^{198}/_{1}$. Vergr.

Fig. 15. Querschnitt der Samenschale von N. gracillima (A. Br.). $^{192}/_{1}$. Vergr.

Fig. 16. Querschnitt der Samenschale von N. podostemon P. Magnus. $^{188}/_{1}$. Vergr.

Fig. 17. Aeussere Flächenansicht des Samens von N. podostemon P. Magnus. Unter der äussersten Zellschicht sieht man die Zellen der zweiten Schicht mit ihren Tüpfeln hindurchschimmern. $^{27}/_{1}$. Vergr.

Fig. 18. Querschnitt der Samenschale einer von Welwitsch bei Angola gesammelten Najasart. $^{198}/_{1}$. Vergr.

Fig. 19. Zellnetz des Blattrandes von N. microdon A. Br. var. Curassavica A. Br. $^{28}/_{1}$. Vergr. (Leider hat der Lithograph auch hier eine schmalzellige Randschicht hinein verbessert, die nicht in der Natur und meinen Vorlagen existirt, als ich ihn bat Fig. 20 und 21 von N. microdon A. Br. var. Gollmeriana A. Br. zu verbessern.)

Fig. 20 und 21. Zellnetz des Blattrandes von N. microdon A. Br. var. Gollmeriana A. Br. $^{28}/_{1}$. Vergr.

Fig. 22—24. Zellnetz des Blattrandes von N. microdon A. Br. var. punctata A. Br. $^{52}/_{1}$. Vergr.

Tafel VI.

Fig. 1. Querschnitt des Blattes von N. graminea Del. aus Celebes. *i* Intercellularräume. $^{130}/_{1}$. Vergr.

Fig. 2. Querschnitt einer Seite des Blattes von N. graminea Del. aus Celebes. *i* Intercellularräume. $^{335}/_{1}$. Vergr.

Fig. 3. Querschnitt der Mitte des Blattes von N. graminea Del. $^{152}/_{1}$. Vergr.

Fig. 4. Enden isolirter Bastzellen aus dem Blatte von N. graminea Del. aus Celebes. $^{152}/_{1}$. Vergr.

Fig. 5. Querschnitt des Blattes von N. microdon A. Br. var. punctata A. Br. *i* Intercellularräume. $^{152}/_{1}$. Vergr.

Fig. 6 *a*—*d*. Isolirte Zellen des Blattrandes von N. microdon A. Br. var. punctata A. Br.; *f* isolirte Zelle aus der mittleren Parthie der seitlichen Spreite derselben. $^{152}/_{1}$. Vergr.

Fig. 7. Querschnitt des Blattes von N. minor All. *i* Intercellularräume. $^{152}/_{1}$. Vergr.

Fig. 8. Querschnitt des Blattes von N. flexilis (Willd.). *i* Intercellularräume. $^{152}/_{1}$. Vergr.

Die Leitbündel der Blattquerschnitte auf dieser Tafel, sowie auf Taf. VIII sind nur schematisch angedeutet, da die Schnitte meist aus trockenem Material gewonnen wurden.

Tafel VII.

Fig. 1. Querschnitt des Blattes von N. major All. $^{80}/_{1}$. Vergr.

Fig. 2. Querschnitt des Stammes von N. major All. *i* Intercellularräume. $^{54}/_{1}$. Vergr.

Fig. 3. Querschnitt der mittleren Parthie des Leitbündels aus dem Stamme von N. major All. *c* centraler Canal desselben. $^{375}/_{1}$. Vergr.

Fig. 4. Querschnitt des Stammes von N. minor All. *i* Intercellularräume. $^{100}/_{1}$. Vergr.

Fig. 5. Querschnitt des Leitbündels des Blattes von N. minor All. *c* Canal desselben. $^{375}/_{1}$. Vergr.

Tafel VIII.

Fig. 1, 2 und 3. Querschnitte des Blattes von N. Leichhardtii P. Magnus. *i* Intercellularräume. $^{152}/_{1}$. Vergr.

Fig. 4. Zellnetz der Blattoberfläche von N. Leichhardtii P. Magnus bei einem unterbrochenen Bastnerven. $^{54}/_{1}$. Vergr.

Fig. 5—7. Enden isolirter Bastzellen aus dem Blatte von N. Leichhardtii P. Magnus, bei Fig. 5 in ihrem gegenseitigen Anschluss. $^{152}/_{1}$. Vergr.

Fig. 8. Zellen der Blattoberfläche von N. Leichhardtii P. Magnus bei einem zweireihigen Bastnerven. $^{153}/_{1}$. Vergr.

Fig. 9. Quersehnitt des Blattrandes von Elodea canadensis. $^{375}/_{1}$. Vergr.

Für das Zeichnen der Blattanatomie von N. Leichhardtii und N. major, sowie der Stammquersehnitte von N. major und N. minor bin ieh Herrn Hermann Voechting sehr verpflichtet, der mir dabei mit seiner grossen Geschicklichkeit in aufopfernder Weise beistand.

Verbesserung.

Seite 19 Zeile 4 von unten muss es statt „zu Magdalena“ heissen „am Magdalena“

INHALT.

Seite

Historische Einleitung. 1

Kennung und morphologischer Aufbau von Najas. 11

Bau der entwickelten Blüthe. 20

Entwickelungsgeschichte der Blüthe und Stammknospe. 26

Morphologische Deutung der Theile der Blüthen. 33

Bau und Entwickelung der Samenschale. 41

Ueber die Blätter. 46

Anatomie des Stengels und der Blätter. 48

Einige systematische Bemerkungen. 54

Erklärung der Tafeln. 59

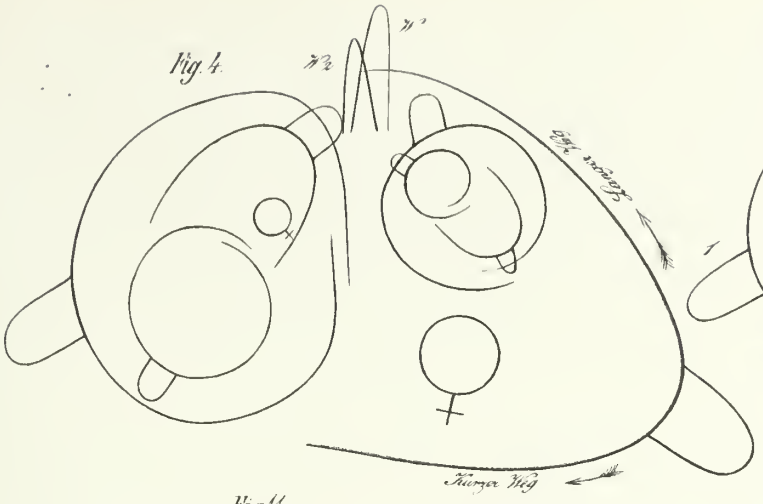


Fig 4.
Längere Wdg
Kürzere Wdg

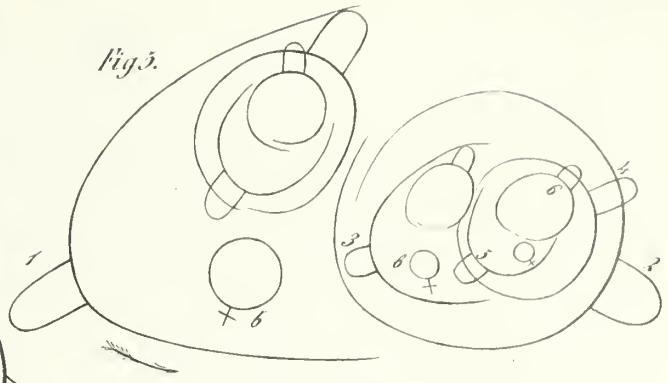


Fig 5.

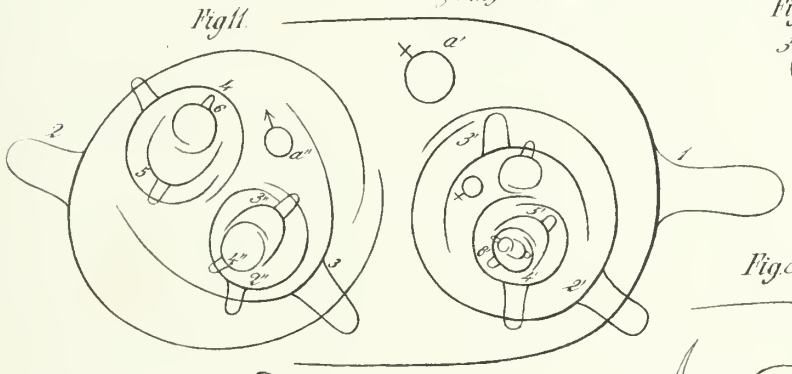


Fig 11.

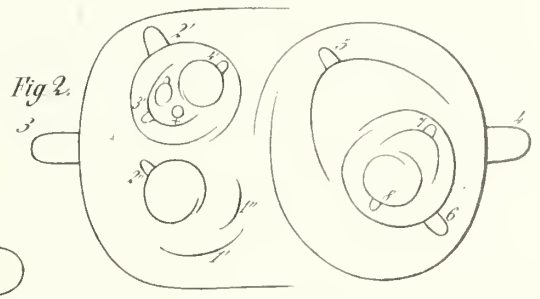


Fig 2.

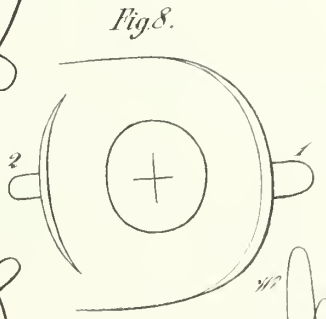


Fig 8.

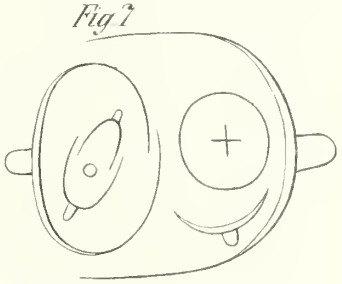


Fig 7.

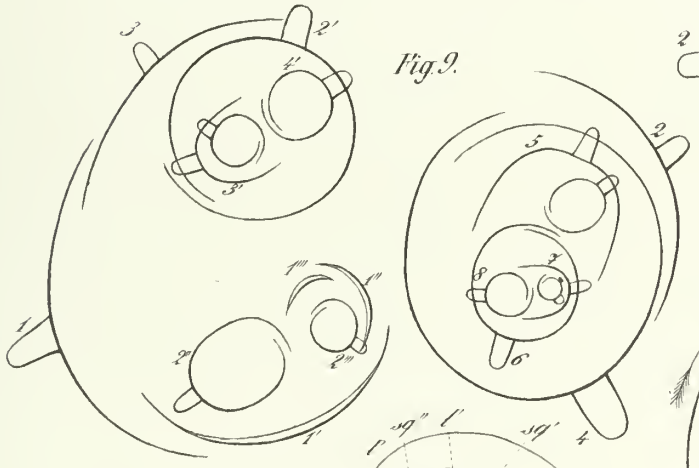


Fig 9.

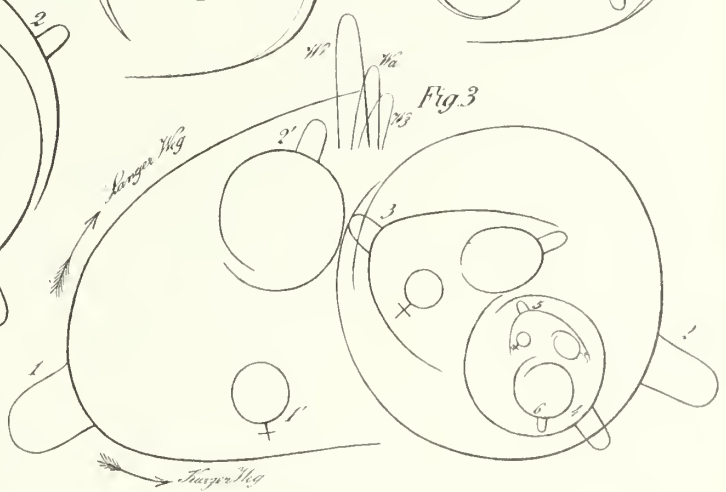


Fig 3
Längere Wdg
Kürzere Wdg

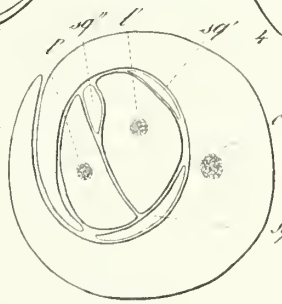


Fig 1.

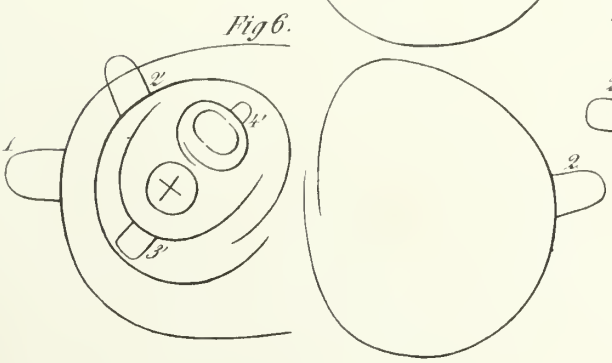


Fig 6.

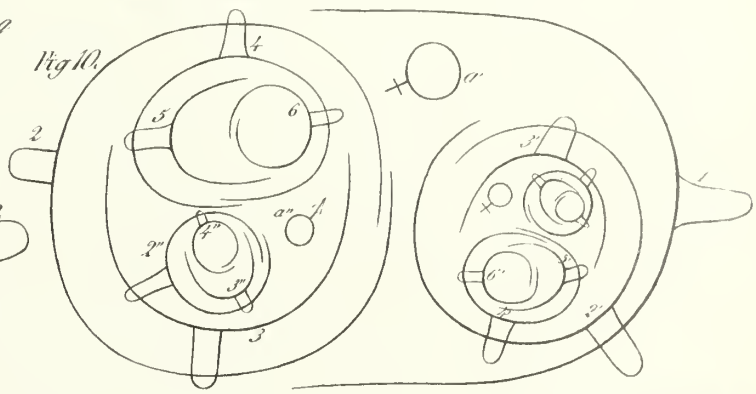


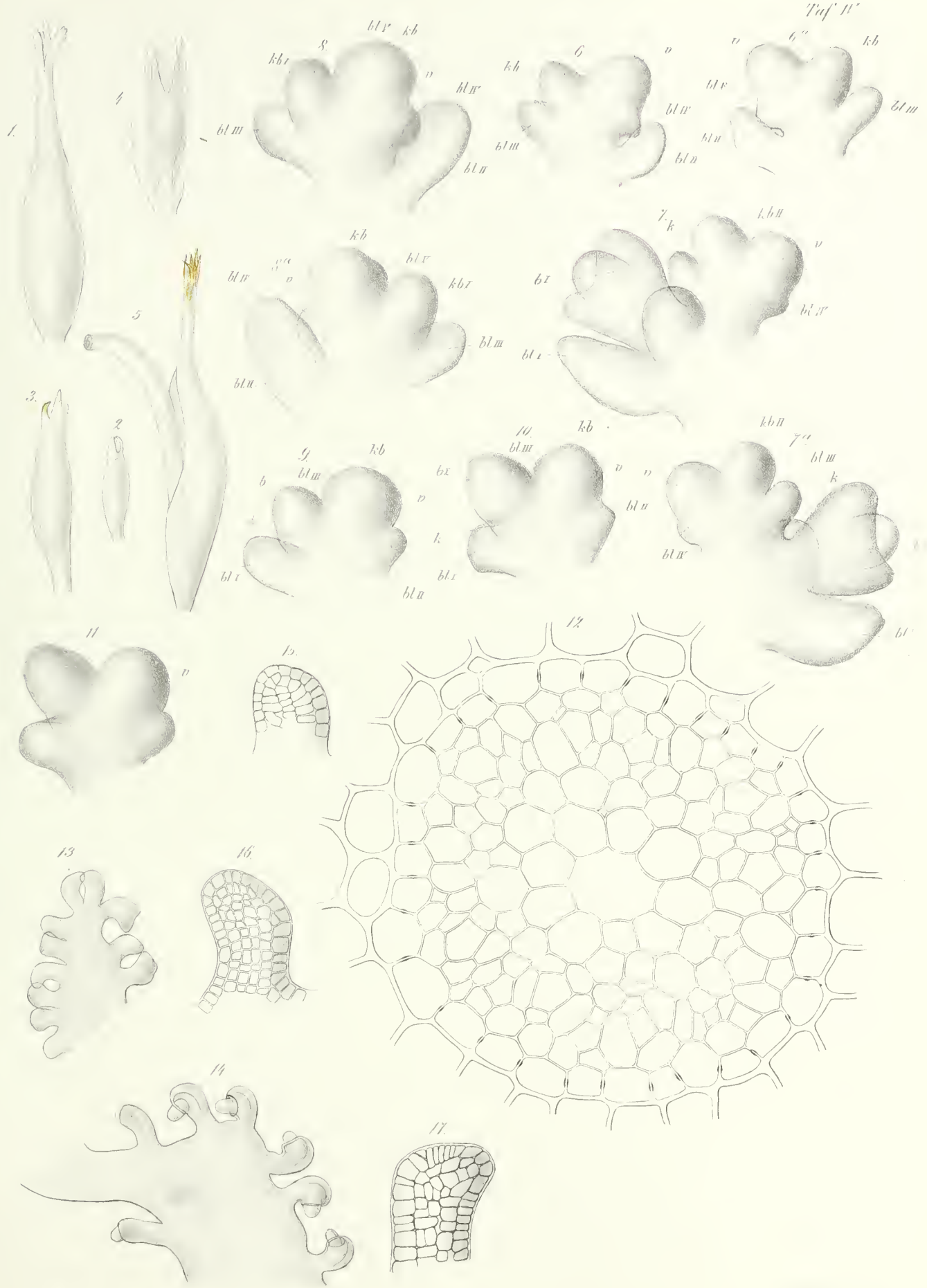
Fig 10.

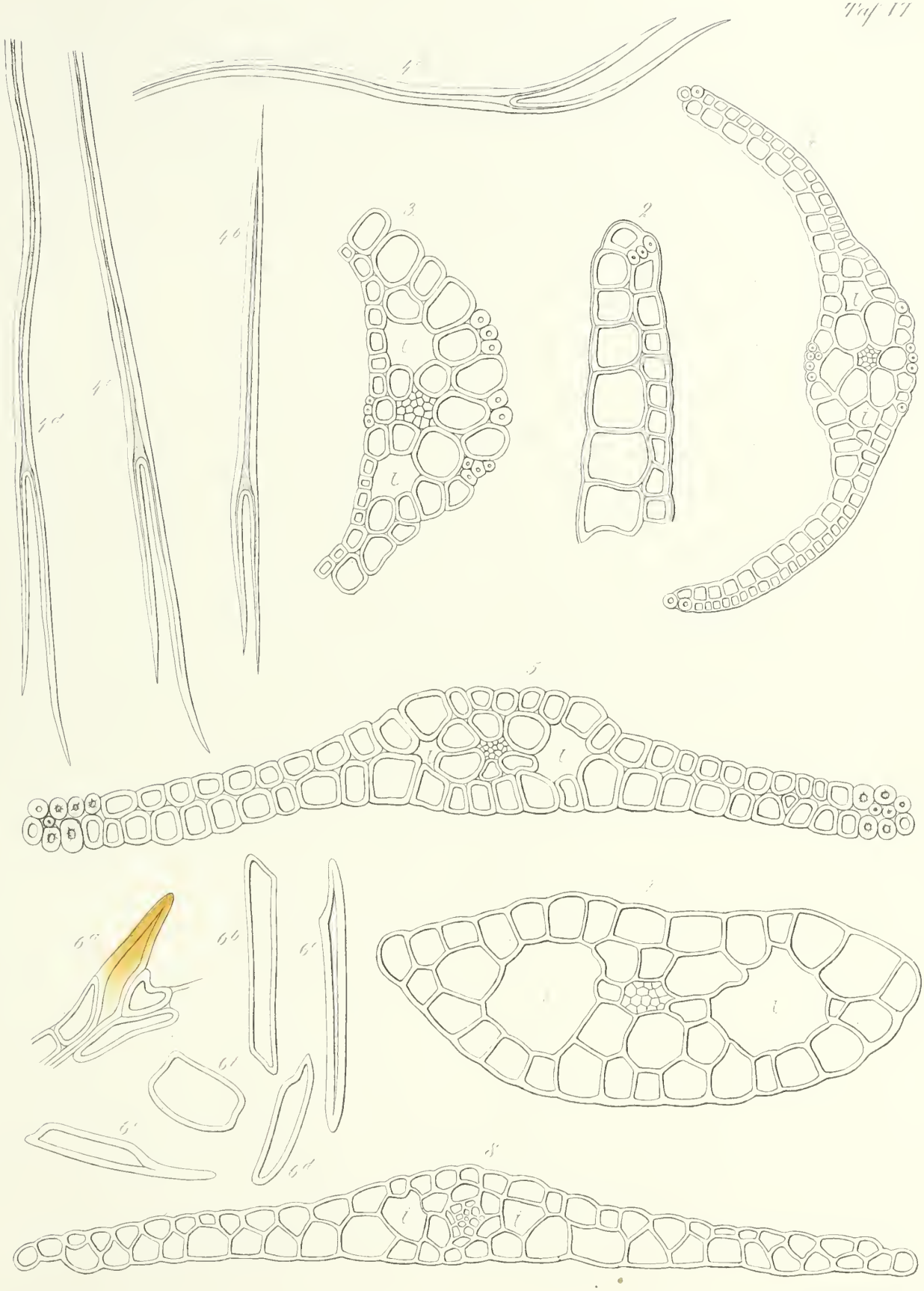
W.A. May

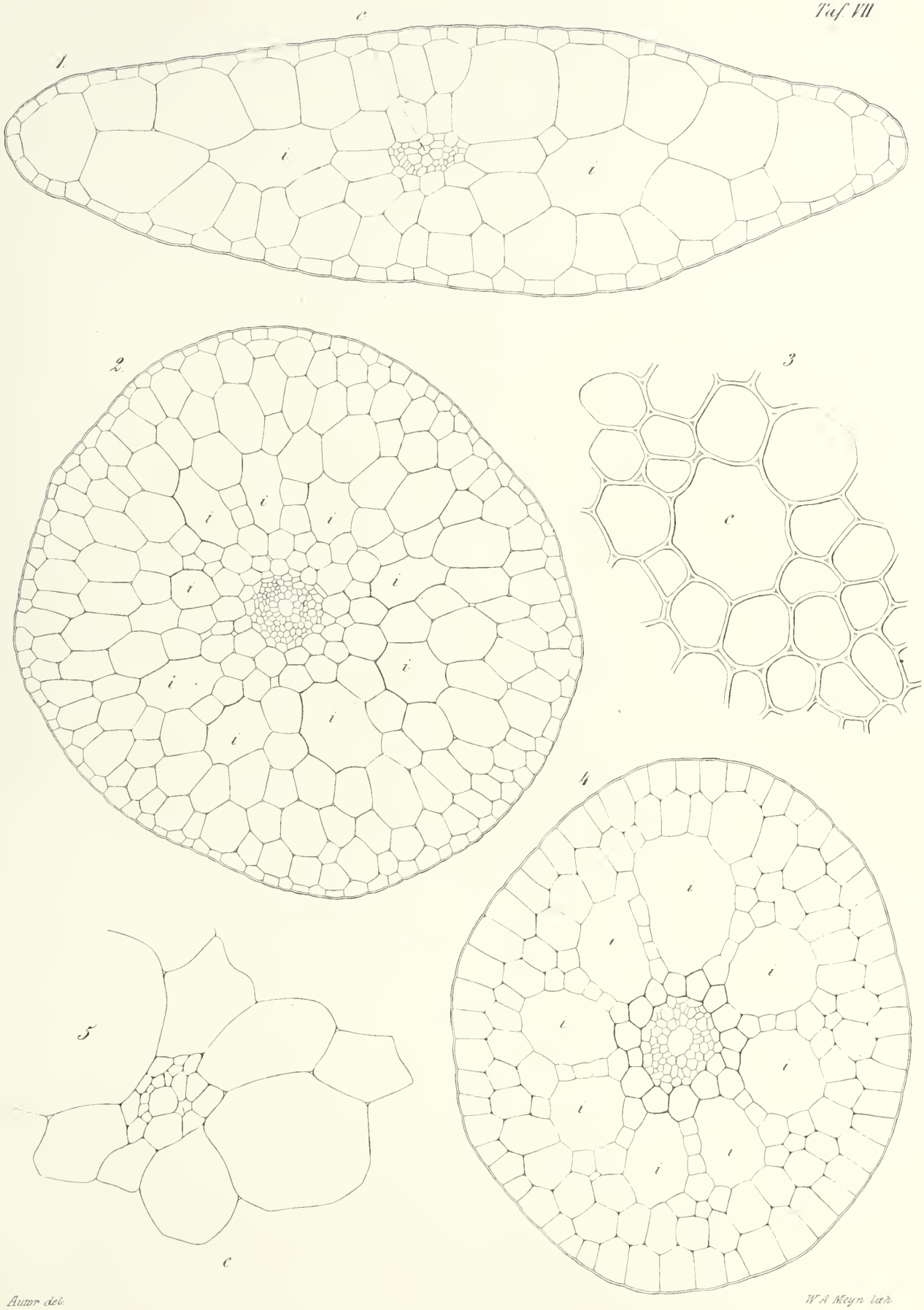
Autor del.

W.A. Meyn lith.

2.
3.
6.
7.
8.
1.
4.
5.
9.
15.
11.
12.
13.
10.
14.
17.
16.
21.
20.
22.
19.
18.
23.
24.
25.
26.
27.
28.

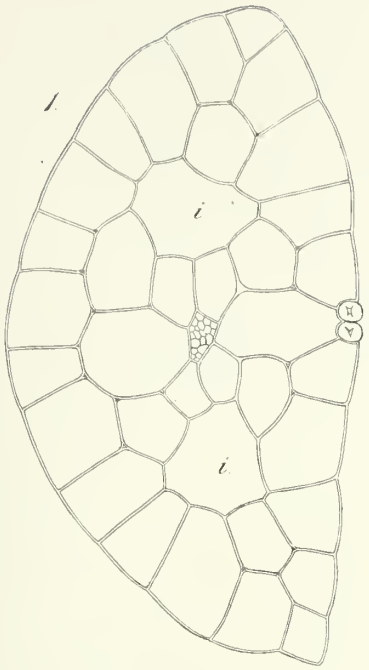

Taf. IV.
1.
2
3.
4
5
6
6a
7.
7a
8.
8a
9.
10.
11
12
13
14
15.
16.
17.

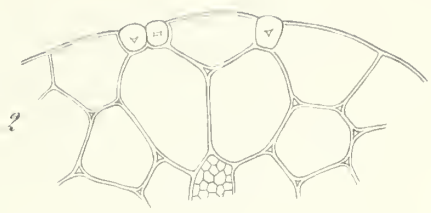

4
4a
4b
4c
3
3a
2
2a
1
1a
5
5a
6
6a
6b
6c
6d
6e
7
7a
8
8a

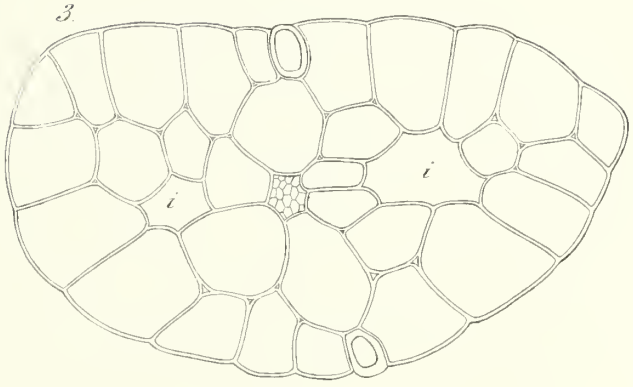


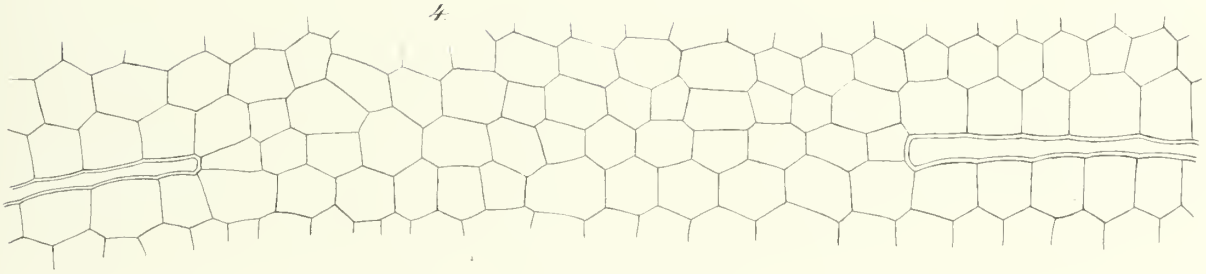
Autor del.

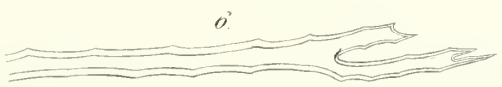
W A Meyn lith.

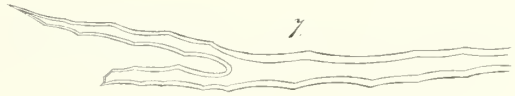


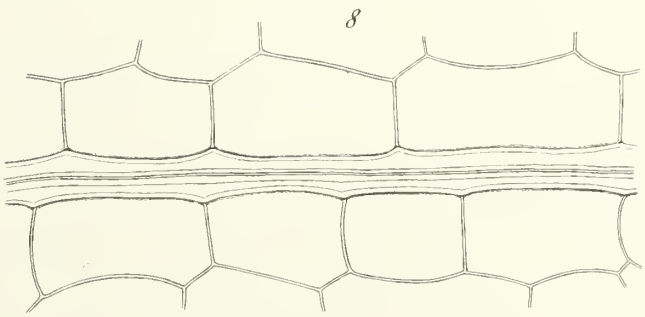


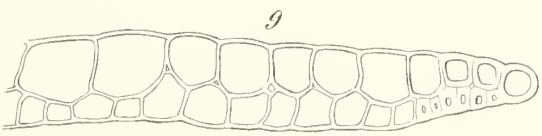












Autor del.

W.A. Meyn. lith.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. H Haenlein**

in

Cassel.

(Heft No. 1.)

Dr. phil. Heinrich Schenck: Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse

CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1886.

Vergleichende Anatomie

der

submersen Gewächse.

Von

Heinrich Schenck,
Dr. phil.

Mit 10 Tafeln.

CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1886.

Inhaltsangabe.

Pg.

Einleitung 1

1. Abschnitt: Die Blattstructur der submersen Gewächse 3

Gemeinsame äussere Merkmale der submersen Blätter 3

Ausbildung des assimilirenden Gewebes 3

Mangel der Dorsiventralität im Parenchym 5

Geringe Zahl der Parenchymschichten 5

Ausbildung und Chlorophyllgehalt der Epidermis 5

Mangel der Spaltöffnungen 6

Wasserspalten 7

Gradwandigkeit der Epidermiszellen 8

Blattleitbündel 8

Mechanisches System 9

Mangel von Secretionsorganen 9

Haarbildungen, Tannintrichome, Squamulae intrafoliaceae 9

Specielle Beschreibung der Blattstructuren 10

1) Ceratophyllum demersum 10; Utricularia minor 11; Utricularia vulgaris 11; Myriophyllum 12; Ranunculus aquatilis, fluitans, divaricatus 13.

2) Litorella lacustris 14; Isoëtes lacustris 15.

3) Potamogeton pectinatus 16; Zannichellia palustris 16; Najas major 16; Najas minor, flexilis 17; Hydrilla verticillata 17; Elodea canadensis 17; Aldrovandia vesiculosa 17; Alisma Plantago 18; Alisma natans 19; Callitriche 19; Hottonia palustris 20; — Lemna trisulca 21.

4) Vallisneria spiralis 22; Zostera marina 22; Zostera nana 23; Cymodocea aequorea 23.

5) Potamogeton densus 24; P. nitens, perfoliatus, crispus 24; P. pusillus 25; P. acutifolius 25.

2. Abschnitt: Die Stammstructur der submersen Gewächse 26

Anordnung der Leitbündel 26

Mangel des secundären Dickenwachsthums 26

Ausbildung der Gewebe 27

1) Bau der Leitbündel.

Verschmelzung zu axilen Strängen 27

Reduction und Ausbildung der Gefässe 29

Holzparenchym 30

Siebtheil 30

Mark 31

Specielle Darstellung der Leitbündelstructuren 31

a. Reihe der Dicotylen 32

Peplis Portula 32; Elatine Alsinastrum 33; Elatine hydropiper, hexandra 33; Bulliarda aquatica 33; Utricularia vulgaris 34; Utricularia minor 34; Callitriche 35; Hippuris vulgaris 36; Myriophyllum 36; Hottonia palustris 37; Aldrovandia vesiculosa 37; Ceratophyllum 38; Batrachium 38.

β. Reihe der Monocotylen 39
Potamogeton perfoliatus 40; P. nitens 41; P. crispus 41; P. lucens 42; P. densus 43; P. acutifolius 43; P. pusillus 43; P. pectinatus 43; Zannichellia 44; Najas, Caulinia 44; Elodea canadensis 45; Hydrilla verticillata 46; Vallisneria spiralis 46; Lemna trisulca 47.
Rindenbündel einiger submerser Monocotylen 47
2) Rindenparenchym, Schutzscheide, Epidermis des Stammes 49
3) Mechanisches System 54
4) Secret- und Excretbehälter 55
3. Abschnitt: Die Wurzelstructur der submersen Gewächse 57
Ausbildung und Bedeutung des Wurzelsystems bei den submersen Pflanzen 57
Wurzelhaare 58
Rindenparenchym 58
Schutzscheide 58
Structur des axilen Leitbündelstranges 59
Specielle Darstellung des Baues desselben.
α. Dicotylen.
Hippuris vulgaris, Elatine Alsinastrum, Myriophyllum, Ranunculus fluitans, aquatilis 60; Callitriche 60.
β. Monocotylen.
Potamogeton natans 60; P. densus 61; P. crispus 61; P. pectinatus 61; Zannichellia palustris 61: Elodea canadensis 61: Vallisneria spiralis 62; Lemna trisulca, minor 62; Najas major 63.
Structuränderung der Wurzeln von Ufer- und Landpflanzen bei submerser Lebensweise 63
Vergleich der einfachsten axilen Stränge des Stengels und der Wurzel 63
Litteraturverzeichniss*) 65
Erklärung der Abbildungen auf Tfl. I—X.

*) Im Text sind die Litteraturangaben abgekürzt.

Die submers vegetirenden höheren Gewächse bilden in ihrer Gesammtheit eine sehr natürliche Pflanzenformation; sie haben sich den Anforderungen des eigenartigen Mediums, in welchem sie leben, sowohl in ihrem Habitus, als auch in ihrer Lebensweise angepasst, und — da diese Anpassungen sich alle nach denselben Richtungen hin bewegen mussten, manche übereinstimmende Charaktere angenommen, trotzdem sie den verschiedensten Familien entstammen. Selbstverständlich entspricht nicht allein die äussere Gestalt den Eigenthümlichkeiten des Mediums, sondern auch die anatomische Structur, ja letztere reagirt im Allgemeinen viel genauer auf äussere Einflüsse als erstere, wie weiter unten durch zahlreiche Beispiele gezeigt werden soll. Gerade bei den submersen Gewächsen müssen wir von vorne herein die weitgehendsten Umgestaltungen des anatomischen Aufbaues erwarten, weil im Wasser die physiologischen Processe, besonders die Nährstoffaufnahme, zum Theil in anderer Weise als bei den Luftpflanzen sich vollziehen müssen.

Das Wesentlichste bezüglich der Besonderheiten in Gestaltung und Lebensweise dieser Gewächse habe ich in einer früheren Arbeit[1]) hervorzuheben und die äusseren Ursachen für die gemeinsamen Charaktere der Hydrophyten in den Besonderheiten des Mediums aufzufinden versucht. Die vorliegende Abhandlung soll die gemeinschaftlichen Züge in dem anatomischen Aufbau der submersen Pflanzen zur Darstellung bringen, die Unterschiede von der normalen Structur der Luftpflanzen kennzeichnen und von biologischen und phylogenetischen Gesichtspunkten aus Erklärungen für die beobachteten Erscheinungen geben, soweit dies ohne gewagte Speculationen bei unseren heutigen, zum Theil noch sehr verbesserungsbedürftigen Ansichten von den Functionen der einzelnen Gewebearten möglich erscheint.

Eine zusammenfassende Darstellung hat die Structur der Hydrophyten bis jetzt noch nicht erfahren, obwohl schon manche derselben in grösseren oder kleineren Specialarbeiten näher untersucht worden sind. Am meisten sind die Blätter der submersen Wasserpflanzen vernachlässigt geblieben, ihre gemeinsamen Eigenthümlichkeiten, welche sie den Luftblättern der Landpflanzen gegenüber charakterisiren, noch nicht im Zusammenhang hervorgehoben, höchstens bruchstückweise hier und da angedeutet worden. Abgesehen von den Beschreibungen der Blattstructuren einzelner Arten, welche sich in Monographien oder kleineren Aufsätzen[2]) vorfinden, existiren in der Litteratur fast gar keine Angaben betreffs derselben. Dagegen kennen wir die Stammstructur der submersen Gewächse weit genauer, und wenn in dieser Abhandlung der

[1]) Die Biologie der Wassergewächse. Bonn 1885. Auch in Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westf. 42. Jahrg.

[2]) Magnus, Najas. — Caspary, Hydrill. — Hegelmaier, Callitr. — Askenasy, Ran. aqu. u. divar. — Casp. Aldrovandia etc.

Bau der axilen Stränge etwas ausführlicher dargestellt ist, als vielleicht nothwendig gesehienen, so ist dies einerseits der Vollständigkeit halber gesehehen, andererseits, weil in den Monographien manche irrthümlichen, heute nicht mehr haltbaren Angaben wiederkehren, welche zum Theil in De Bary's „Vergleichende Anatomie", die eine übersichtliche Zusammenstellung der axilen Stränge bringt [1]), übergegangen sind.

Chatin hat die Anatomie einiger monocotylen Wasserpflanzen aus den Familien der Hydrocharideen, Alismaceen, Butomeen mit zahlreichen Tafeln publicirt, indessen enthalten sowohl Text wie Figuren so viele Ungenauigkeiten, dass sein Werk nur mit grosser Vorsicht benutzt werden kann. Dasselbe muss von den Abbildungen gesagt werden, welche Filippo Parlatore gezeichnet hat und welche nach seinem Tode auf 9 Tafeln veröffentlicht wurden. Aus diesen Figuren ist weiter nichts wie die Gruppirung des Parenchyms und der Lufträume auf Stengel-, Blatt- und Wurzelquerschnitten zu ersehen.

Die Structur des axilen Stranges der Wurzel einiger submerser Gewächse hat durch Van Tieghem [2]) eine genauere Untersuchung erfahren.

Es erscheint mir zweckmässig, die nachfolgende anatomische Darstellung mit der Blattstructur zu beginnen, denn gerade im Bau der Assimilationsorgane erkennen wir die weitgehendsten Anpassungen an das Medium und die grössten Abweichungen von der Structur der Luftpflanzen.

---

[1]) De Bary, p. 381 ff.

[2]) Van Tieghem, Sym. de structure des pl. I. La racine.

I. Abschnitt.

Die Blattstructur der submersen Gewächse.

Trotz der mannigfaltigen Blattformen der untergetaucht vegetirenden Pflanzen im Einzelnen offenbart sich bei fast allen die Tendenz, die gesammte grüne Assimilationsfläche oder das Laub möglichst in haardünne Zipfel oder schmale, grasartige Bänder zu zerschlitzen. Eine Ausnahme hiervon machen die breitspreitigen Blätter gewisser Arten von *Potamogeton*, wie *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. crispus* etc., aber ich habe schon in meiner oben citirten Arbeit[1]) auf die Wahrscheinlichkeit hingewiesen, dass diese Arten Uebergangsformen zwischen denjenigen mit Schwimmblättern, *P. natans* an der Spitze, und denen mit schmalen, linealen Blättern vorstellen, also Formen, welche noch in der Weiterentwicklung zu typischen, einseitig angepassten Hydrophyten begriffen sein dürften. Alle submersen Blattspreiten sind ferner dünn, aus wenigen Parenchymschichten aufgebaut, meist durchscheinend und mehr oder weniger schlaff im Gegensatz zu den schildförmigen, dicken und festgebauten, lederartigen Blättern der Schwimmgewächse. Alle diese Eigenschaften beruhen auf dem von der Blattstructur der Luftpflanzen sehr verschiedenen Aufbau aus den anatomischen Elementen. Im Allgemeinen habe ich die Ursachen für die charakteristische Gestaltung des submersen Laubes in obiger Arbeit[2]) hervorzuheben gesucht und sie im Wesentlichen in den mechanischen Anforderungen des Wassers als eines dichteren und schwereren Mediums im Vergleich zum Medium der Luft, in den Beleuchtungsverhältnissen und den Besonderheiten der Nährstoffaufnahme unter Wasser zu finden geglaubt. Im Nachfolgenden soll die Einwirkung der äusseren Factoren auf die anatomische Structur der submersen Blätter einer Betrachtung unterzogen werden.

Zunächst muss an dieser Stelle berücksichtigt werden, dass den submersen Blättern kein directes und volles Sonnenlicht für den Assimilationsvorgang zur Verfügung steht, wie der Oberseite der Schwimmblätter. Das Wasser absorbirt zum Theil die von der Sonne entsandten Strahlen, so dass zu dem untergetauchten grünen Gewebe mehr oder weniger diffuses Licht gelangt. Nun wissen wir aus den dankenswerthen Arbeiten von Stahl[3]) und Pick[4]), dass die assimilirenden Zellen für directes und für diffuses Licht verschieden ausgebildet sind, für ersteres die Palissadenform, für letzteres aber die Form des Schwamm-

[1]) l. c. p. 39, 57 und 116.

[2]) l. c. p. 6.

[3]) E. Stahl: Ueber den Einfluss der Lichtintensität auf Structur und Anordnung des Assimilationsparenchyms, Bot. Ztg. 1880. — Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standorts auf die Ausbildung der Laubblätter. Jenaische Zeitschr. für Naturwissensch. XVI. 1883.

[4]) H. Pick: Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestalt und Orientirung der Zellen des Assimilationsgewebes. Botan. Centralbl. XI. 1882.

parenchyms annehmen. In der senkrecht zur Blattspreite gestreckten Palissadenzelle lagern sich die Chlorophyllkörper an die Radialwände und entgehen so den schädlichen Einwirkungen des allzu intensiven Lichtes, in den parallel zur Spreite verbreiterten Schwammparenchymzellen dagegen werden die grünen Körperchen an die Tangentialwände vom Plasma gelagert, um das diffuse Tageslicht möglichst aufzufangen. Diese Beziehungen zwischen Intensität des Lichtes und Zellform sind durch so manche überzeugende Belege erwiesen, dass wir a priori für die im diffusen Licht thätigen, submersen Blätter die tangential erbreiterte Zelle als Form der assimilirenden Zellen erschliessen können. Und in der That treffen wir nie die hohen Palissadenzellen, sondern stets tangential gestreckte oder erbreiterte oder höchstens cubische, chlorophyllführende Zellen in diesen Blättern. Noch dazu entwickeln sich die Chlorophyllkörper der Hauptmasse nach, um möglichst viel Licht aufzufangen, in der Epidermis im Gegensatz zu dem Verhalten fast aller Luftblätter, deren assimilirendes Gewebe stets von einer farblosen Epidermis überzogen wird. Zwar enthalten die unter der Epidermis der submersen Blätter gelegenen Parenchymzellen auch noch grüne Chromatophoren, welche aber in der Regel viel weniger intensiv gefärbt und meist von Stärkekörnern erfüllt sind, also wohl weniger assimiliren als die Ableitung der Stärke vermitteln. Besonders klar erkennt man dieses verschiedene Verhalten bei *Myriophyllum* (Fig. 4a), dessen subepidermale Parenchymzellen in den Blattzipfeln ebenso wie die noch tiefer gelegenen dicht von grossen, mit schwach grüner Hülle versehenen Stärkekörnern erfüllt sind, während die Epidermiszellen die lebhaft grün gefärbten, kleinen Chlorophyllkörner enthalten.

Das Parenchym, welches in den Luftblättern an der Blattunterseite gelegen ist, nimmt die höchst charakteristische Form des Schwammparenchyms an, welches sich aus mehrstrahligen und mit den Strahlenden verbundenen Zellen unter Bildung eines intercellularen Lacunensystems aufbaut. Die Lacunen stehen in Verbindung mit den Athemhöhlen und durch die Spaltöffnungen mit der Aussenwelt. Die assimilirenden Zellen werden also von Luft umspült und entnehmen aus derselben die zur Assimilation nöthige Kohlensäure; dieses lockere, luftraumhaltige Gewebe vermittelt ferner wesentlich die Transpiration, deren Bedeutung für die Thätigkeit der assimilirenden Zellen von Sachs[1]) zuerst klar erkannt wurde. Die Form des Schwammparenchyms treffen wir nicht bei den Wasserblättern, welche nicht transpiriren und keine Spaltöffnungen besitzen, in dieser charakteristischen Ausbildung an, sondern hier sind die Parenchymzellen in der Regel von tangentialgestreckter, prismatischer Gestalt entweder zu geschlossenen Schichten mit engen oder mangelnden Intercellulargängen verbunden, so bei *Myriophyllum* (Fig. 4a), bei *Utricularia vulgaris* (Fig. 3a), *Ranunculus fluitans* (Fig. 6a) etc., oder wenn grössere Luftgänge in dem Blatt zur Entwicklung gelangen, so erscheint das Parenchym in Form einschichtiger, aus gestreckten, gradwandigen Zellen aufgebauter Scheidewände, welche diese Gänge umgrenzen und scheiden, so bei *Utricularia minor* (Fig. 2a und 2b), *Ceratophyllum* (Fig. 1a), *Potamogeton pectinatus* (Fig. 11a und 11d), *Litorella lacustris* (Fig. 10a) und vielen anderen, bei denen aber in der Regel die subepidermale Parenchymschicht wie bei den ersteren eine geschlossene Zelllage vorstellt. Nirgends erblicken wir dagegen die strahligen Schwammparenchymzellen, mit denen die assimilirenden Zellen des Wasserblattes nur die tangentiale Erbreiterung gemeinsam haben.

---

[1]) Vergl. Sachs: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig 1882. p. 271.

Da weder ein Palissaden- noch ein Schwammparenchym im Laube der submersen Gewächse differenzirt wird, weil die bedingenden Factoren für deren Bildung mangeln, so verliert sich auch die Dorsiventralität, der Unterschied zwischen oben und unten, welcher das Luftblatt charakterisirt. Es fehlt der bestimmende Einfluss des directen Sonnenlichtes und ausserdem muss in Rücksicht gezogen werden, dass die im Wasser öfters hin und her bewegten schmalen oder zerschlitzten Blätter keine bestimmte Lage zu dem einfallenden Licht einnehmen. Infolge dessen bilden sich die assimilirenden Epidermiszellen, sowie die an dieselben nach innen sich schliessenden Parenchymzellen an Ober- und Unterseite in gleicher Weise aus. So kommt es, dass an den cylindrischen Zipfeln von *Myriophyllum* (Fig. 4a), *Batrachium* (Fig. 6a), ein streng radialer, stengelähnlicher Bau, abgesehen von dem Leitbündel, welches in der Axe verläuft und Xylem und Phloëm in der für die Blätter bekannten Lagerung anordnet, erzielt wird; bei den schmalen, mehr oder weniger flachen Blättern anderer Wassergewächse dagegen eine genau isolaterale Gestaltung, so bei *Potamogeton pectinatus* (Fig. 11a), *Zannichellia* (Fig. 12), *Zostera* (Fig. 21), *Vallisneria* (Fig. 20a) etc., analog dem isolateralen Blattbau vieler Landpflanzen [1]), welche trockene und stark besonnte Standorte bewohnen, aber aus ganz anderen Ursachen ihre charakteristische Anordnung des Blattparenchyms erlangen. Die ursprüngliche Dorsiventralität des Luftblattes, aus welchem das submerse Blatt durch einseitige Anpassung an eine besondere Lebensweise sich entwickelt hat, offenbart sich indessen bei den meisten Vertretern noch im Bau der Blattleitbündel in der gegenseitigen Lagerung von Xylem und Phloëm, bei anderen auch noch in der extraaxilen Lagerung des ganzen Bündels, so bei *Ceratophyllum* (Fig. 1a), oder auch in der Anordnung der Luftcanäle im Parenchym, so bei *Potamogeton densus* (Fig. 22a) etc., bei *Elodea* (Fig. 13) und *Hydrilla*, bei denen die Blattlamina nur aus zwei Zellschichten besteht, endlich darin, dass die Zellschicht der Oberseite aus etwas grösseren Elementen sich zusammensetzt, wie die der Unterseite.

Die Wasserblätter zeigen ferner im Vergleich zu den Luftblättern die Tendenz, nur wenige Parenchymschichten zu ihrem Aufbau zu verwenden, eine Tendenz, welche durch die geringere Lichtintensität und durch die besondere Art und Weise der Nährstoffaufnahme im Wasser hervorgerufen zu sein scheint. So erhalten wir schliesslich Blattspreiten, welche sich nur aus drei Lagen gleichartiger Zellen aufbauen, wie bei *Potamogeton densus* (Fig. 22c) und anderen Arten dieser Gattung die Lamina zwischen den dickeren Rippen, oder sogar nur aus zwei Lagen bestehen wie bei *Elodea* (Fig. 13), *Hydrilla* und *Najas flexilis*.

Wie schon oben erwähnt, enthält die Epidermis die Hauptmasse des Chlorophylls. Die Entwicklung desselben in der äussersten Zellschicht scheint ausser durch die Beleuchtungsverhältnisse noch durch ein anderes Moment begünstigt zu sein. Nach den Untersuchungen Westermaier's [2]) dürfte der Epidermis der Luftblätter im Allgemeinen die Bedeutung eines Wasserreservoirs für die transpirirenden und assimilirenden Blattzellen zuzusprechen sein. Für die submersen Pflanzen ist eine derartige Einrichtung, wie sie sich am ausgeprägtesten in der hohen, mehrschichtigen und wasserreichen Epidermis

---

[1]) E. Heinricher: Ueber isolateralen Blattbau mit besonderer Berücksichtigung der europäischen spec. der deutschen Flora. Pringsh. Jahrb. für wiss. Bot. XV. Berlin 1884.

[2]) M. Westermaier: Ueber Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebesystems. Pringsheim's Jahrb. für wiss. Bot. XIV. Berlin 1884.

vieler dickblättriger Tropengewächse kund gibt, durchaus überflüssig, da das Wasser die Blätter allseitig umspült. In einigen wenigen Fällen hat sich eine dünne, farblose Epidermis am Wasserlaub noch erhalten, so bei *Callitriche* und *Hottonia*. Diese Bildungen sind als ererbte, durch den Einfluss des Mediums noch nicht ausgemerzte zu erachten, denn bei weitaus den meisten Vertretern der submersen Flora entwickelt sich das Chlorophyll der Hauptmasse nach in der äussersten Zellschicht.

Ausser der Kraftquelle des Lichtes bedürfen die Blätter zu ihrer assimilatorischen Thätigkeit der nöthigen Nährstoffe, der Kohlensäure, des Wassers und einiger anorganischer Salze. Die Luftpflanzen nehmen die Kohlensäure aus der Luft auf; das nöthige Wasser mit den darin aufgelösten Salzen aber leitet den Blättern ein Transpirationsstrom zu, welcher von den Wurzeln aufwärts in den Gefässen des Xylems steigt. In den Blättern vermitteln die verschliessbaren Spaltöffnungen die Transpiration, zu deren Regulirung an trocknen Standorten mannigfache Haarbekleidungen, Wachsüberzüge der Aussenfläche oder Versenkung der Stomata in Gruben, Veränderung der Blattlage, Einrollung und Zusammenfaltung der Spreiten und andere Hülfsmittel verwandt werden. Alle diese Einrichtungen fallen bei den submersen Blättern vollständig hinweg, denn für diese gestaltet sich die Aufnahme der Nährstoffe sehr einfach. Die Transpiration fällt weg, an ihre Stelle tritt die Diffusion. Die submersen Blätter entnehmen die zur Assimilation nöthige Kohlensäure und die Salze direct dem umgebenden Medium, dem Wasser, welches diese Verbindungen in gelöster Form enthält. Damit hängt auch die Reduction des Wurzelwerkes, sowie des Gefässsystems innig zusammen. Begünstigt wird die Diffusion der Kohlensäure und der gelösten Salze dadurch, dass die Aussenwandung der Epidermiszellen an den submersen Assimilationsorganen in fast allen Fällen dünn bleibt; eine Cuticula ist zwar vorhanden, doch stets nur als zartes, durchlässiges Häutchen entwickelt. Auch die Zartheit der gesammten Lamina trägt wesentlich zur Erleichterung von Diffusionsvorgängen bei.

Sehr erklärlich finden wir bei der Ersetzung der Transpiration durch die Diffusion den Mangel der Spaltöffnungen bei den typischen submersen Wasserpflanzen, deren Epidermis somit eine geschlossene Haut um den ganzen Organismus bildet. Spaltöffnungen sind diesen Pflanzen nicht nur überflüssig, sie würden auch das Eindringen des Wassers in die inneren Lufträume, welche zum Gasaustausch benöthigt werden, begünstigen und also unvortheilhaft sein. Der bei der Assimilation frei werdende Sauerstoff wird in diese inneren Lufträume abgeschieden, ebenso die von der Athmung herrührende Kohlensäure, und diese Gase bewirken in ihnen eine beträchtliche Spannung. Schneidet man einen submersen, assimilirenden Stengel, etwa von einer *Utricularia*, durch, so werden sofort Gasblasen mit ziemlicher Gewalt ausgetrieben. Die Gase, welche die inneren Lufträume nicht mehr fassen können, gelangen mittelst Diffusion durch die Epidermis nach aussen und steigen in Blasenform von den assimilirenden Blättern auf.

Durchgängig ermangeln die submersen Blätter der Spaltöffnungen und nur vereinzelte Ausnahmen finden statt. So ist es sehr merkwürdig, dass auf den schmallinealen Cotyledonen submers gekeimter Pflänzchen von *Ranunculus aquatilis* nach Askenasy[1]) einige wenige Spaltöffnungen auftreten, ohne dass eine chlorophyllose Epidermis differenzirt wäre. Die folgenden Blätter haben eine chlorophyllhaltige Epidermis ohne Spaltöffnungen. Nach Kamienski[2]) kommen bei *Utricularia vulgaris* und anderen

[1]) Askenasy, p. 198.

[2]) Kamienski, Bot. Ztg. 1877, p. 769. Anm.

Arten dieser Gattung Spaltöffnungen nur auf den ganzrandigen Blättchen der an unbestimmten Stellen entstehenden Adventivsprosse (Ranken Pringsheim's) vor. Auf der unteren Fläche dieser Blätter, welche zweischichtig, also nur aus Epidermis gebildet sind, befinden sich zahlreiche, grosse, einfach gebaute, mit sehr breiter, fast runder Spalte versehene Spaltöffnungen. Beachtenswerth ist ferner das Auftreten von Stomata auf denjenigen submersen Blättern der *Eucallitrichen*, welche den Uebergang von den typisch submersen, schmallinealen, spaltöffnungsfreien Blättern zu den Schwimmblättern bezeichnen, welche sich äusserlich durch etwas breitere Spreiten den letzteren nähern und auch in der Gestaltung des assimilirenden Parenchyms diesen Uebergang erkennen lassen. Es schliessen sich noch einige andere Ausnahmen den genannten an. Offenbar haben die Spaltöffnungen an den submersen Blättern keine Bedeutung mehr, ihr vereinzeltes Erscheinen dürfte auf Vererbung zurückzuführen sein, ebenso wie die Thatsache, dass gewisse submerse Blätter noch eine chlorophyllfreie Epidermis ausbilden. Anpassung und Vererbung wirken überall als zwei entgegengesetzte Factoren bei der Umbildung eines Organismus, welcher in ein neues und anderes Medium versetzt worden ist.

Ob dagegen die ephemeren Wasserspalten, welche an der Spitze junger Blätter einiger typischer submerser Gewächse sich ausbilden, ebenfalls als nutzlose, ererbte Bildungen anzusehen sind, ist nicht ohne Weiteres anzunehmen. Das Blatt von *Callitriche autumnalis* wird von einem einzigen Fibrovasalstrang durchzogen, welcher unter der Spitze blind endigt. Zwischen seinem Ende und dem oberen Blattrande findet man nun nach Borodin[1]), falls das Blatt noch jung ist, ein zartes, parenchymatisches, aus isodiametrischen, chlorophylllosen Zellen bestehendes Gewebe, welches von der Epidermis durch einen nach innen allseits geschlossenen, flachen Intercellularraum getrennt ist, in dem die äusseren Zellen dieses Gewebekörpers in Form abgerundeter Köpfchen vorragen. Die Epidermis trägt nun über diesem flachen Intercellularraum eine Gruppe von 3—8 kleinen, zusammengelagerten Spaltöffnungen, die geöffnet sind und in den mit Flüssigkeit erfüllten, flachen Raum hineinführen. An älteren Blättern werden die Wände der Schliesszellen resorbirt und es entsteht so ein Loch in der Epidermis. Das Blatt wird aber an dieser Stelle durch das kleinzellige Parenchym dicht abgeschlossen.

Bei *Callitriche verna*[2]) liegt über dem Mittelnerven ein ähnliches, parenchymatisches Gewebe, überhaupt eine ähnlich gestaltete Blattspitze; nur findet sich ein einziges, aber viel grösseres und breit geöffnetes Stoma. Dasselbe entwickelt sich sehr früh, gewöhnlich früher als die übrigen bedeutend kleineren Spaltöffnungen der Oberseite, wird indessen später gleichfalls resorbirt.

Auch bei *Ranunculus aquatilis* und *divaricatus*[3]), sowie bei *Hippuris vulgaris*[4]) finden sich ähnliche Bildungen, ferner bei *Hottonia palustris*[3]), bei welcher das gesammte Zellgewebe der Spitze, an der sich die Spaltöffnungen finden, vor dem völligen Auswachsen des Blattes abstirbt.

Derartige Gebilde sind ein sehr verbreitetes Vorkommniss an sehr vielen Luftpflanzen[5]) und besorgen hier die liquide Ausscheidung von Wasser, wenn die Transpiration durch grossen Feuchtigkeitsgehalt der Luft oder während der Nacht nicht vor sich gehen kann. Es fragt sich nun, ob diese Organe

---

[1]) Borodin, Bot. Ztg. 1869. p. 883 u. Bot. Ztg. 1870. p. 844. Tfl. XIV. Fig. 1—3.
[2]) Borodin, Bot. Ztg. 1869. p. 883 u. Bot. Ztg. 1870. p. 847. Tfl. XIV. Fig. 4 u. 5.
[3]) Askenasy, p. 235.
[4]) Borodin, Bot. Ztg. 1870. p. 848. Tfl. XIV. Fig. 6 u. 7.
[5]) De Bary, p. 54 ff. — Volkens.

an submersen Blättern in der Jugend eine bestimmte Function verrichten, später aber überflüssig werden, oder ob sie wie die Spaltöffnungen an den Keimblättern von *Ranunculus aquatilis* wesentlich als ererbte, zweeklose Bildungen aufzufassen sind. Ich muss dies dahin gestellt sein lassen.

Die Epidermiszellen der submersen Blätter zeichnen sich im Allgemeinen von denjenigen der Schwimm- und Luftblätter durch eine weitere Eigenthümlichkeit aus: Ihre Radialwände verlaufen alle eben. Von oben betrachtet, erscheinen die Zellen bald als Quadrate, bald als längsgestreckte, bald als quergestreckte Rechtecke oder Polygone von nahezu Rechteckform. Die breiteren Blätter der Luftpflanzen bilden dagegen sehr allgemein die Radialwandungen der Epidermiszellen wellig aus. Ich erinnere beispielsweise an das Verhalten der Blattoberhautzellen vieler Farnkräuter, welche mit vielfachen Buchten sich zu einer festen Schicht verankern. Diese Verschiedenheit erklärt sich aus der mechanischen Bedeutung der Falten, welche entschieden zur Aussteifung der dünnen Blattlamina beitragen. Solche Falten treten uns in besonders ausgeprägter Form an vielen Blüthenblättern entgegen und lassen auch hier ihre Bedeutung am klarsten erkennen.[1]) Für die Epidermiszellen des schmalen zerschlitzten Wasserlaubes ist diese Gestaltung nicht angebracht, im Gegentheil eine grosse Biegsamkeit der Zipfel eher von Vortheil; ausserdem werden letztere durch das dichtere Medium des Wassers passiv in der richtigen Lage gehalten.

Was die Blattleitbündel anbetrifft, so sind dieselben entsprechend der Auflösung des Laubes in schmale Gebilde in der Regel als einfache axile oder mediane Stränge in den Zipfeln ausgebildet, so bei *Myriophyllum*, *Batrachium*, *Utricularia*, *Ceratophyllum*, *Najas*, *Elodea*, *Callitriche* etc.; bei anderen haben sich ausser den Hauptnerven auch noch sehr reducirte Seitennerven, einer jederseits, welcher nach dem Rande zu verläuft, erhalten, so bei *Potamogeton pectinatus*, *Litorella*, den submersen primären Blättern von *Alisma Plantago*, den submersen Blättern von *Alisma natans*. Bei *Vallisneria* sind im Blatt jederseits vom Hauptnerven 2 Seitenbündel vorhanden, von denen das äussere ausserordentlich dünn und reducirt dicht am Rande verläuft. In den breitspreitigen Blättern gewisser *Potamogetonen* endlich, welche die Phylogenie von Schwimmblättern in ihren Formen verrathen, treffen wir auch ein grösseres System von Längsnerven und Quernerven an.

Die Blattleitbündel werden von einer Parenchymscheide umschlossen, welche nicht wesentlich anders gestaltet ist, als das benachbarte Parenchym. Sie zeichnen sich durch ihren geringen Durchmesser im Vergleich zu demjenigen des ganzen Blattes aus und wiederholen im Allgemeinen die Differenzirung ihrer Elemente, wie sie in den Stammbündeln derselben Species statt hat.[2]) Wie letztere reduciren sie in auffallendem Maass die Xylemelemente, vor allem die Gefässe, welche unter Wasser in Folge Wegfalls der Transpiration und Vereinfachung der Nährstoffaufnahme keine Bedeutung mehr haben. Diese Reduction führt in den Endgliedern der Anpassungsreihe bis zu völligem Schwinden der Wasserleitungsröhren. Ferner macht sich die Tendenz bemerkbar, alle Elemente des Bündels, abgesehen von den Siebröhren, in Form gleichartiger, zartwandiger, englumiger und langgestreckter Parenchymzellen auszubilden. Je weiter die einseitige Anpassung an die Lebensbedingungen unter Wasser vorgeschritten, desto gleich-

---

[1]) Vergl. E. Köhne: Ueber Zellhautfalten in der Epidermis von Blumenblättern und deren mechanische Function. Ber. deutsch. bot. Ges. II. 1884.

[2]) Vergl. weiter unten in Abschnitt 2.

artiger erscheint das Bündel gestaltet. In manchen Leitbündeln erhalten sich die Gefässe noch als solche, in anderen dagegen werden sie bloss angelegt und später durch Resorption in einen mit Flüssigkeit erfüllten Gang umgewandelt, welcher dann das Blattbündel durchzieht.

Das mechanische Gewebesystem gelangt bei der Mehrzahl der zarten submersen Blätter nicht zur Ausbildung; dieselben bedürfen eines solchen nicht. Das Blatt erlangt seine nöthige Zug-Festigkeit wesentlich durch die Verbindung der Parenchymzellen, vor allem durch die in geschlossener Schicht vorhandene Epidermis, welche in der Regel aus etwas kleineren Elementen besteht, als das darunter gelagerte Blattparenchym. Baststränge oder Fasern treffen wir fast nur bei den grösseren, mit breiten Spreiten versehenen *Potamogeton*-Arten, wie *P. lucens*, *P. perfoliatus* etc. an, bei welchen ihnen eine gewisse Bedeutung auch noch zukommt, ferner in den ausserordentlich langen und schmalen Blättern der *Zostera marina* und anderer Meeresphanerogamen, welche in einem viel bewegteren Medium vegetiren, als die Süsswasserphanerogamen.

Es ist bemerkenswerth, dass die meisten submersen Blätter, ebenso wie auch die Stengel, Secretbehälter, Oeldrüsen, Harzgänge und ähnliche Bildungen nicht besitzen. Der Mangel derselben scheint mir mit deren biologischer Bedeutung in Zusammenhang zu stehen, doch lässt sich etwas Positives darüber nicht aussprechen.

Erwähnt wurde schon oben, dass die submersen Blätter keine Einrichtungen zur Herabsetzung der Transpiration tragen; nie erzeugen sie auf der Oberfläche dichte Haarbekleidungen, besitzen vielmehr meist glatte Epidermen. Haarbildungen treten nur vereinzelt auf. Bei *Utricularia*, *Aldrovandia*, *Hottonia palustris*, *Callitriche* sehen wir auf Blatt und Stamm, besonders dicht an jungen Pflanzentheilen, eigenthümliche, dem nämlichen Typus angehörige Köpfchenhaare verschiedener Form sitzen, über deren Function man nichts Sicheres zu entscheiden vermag. Möglich, dass sie zum Aufsaugen von Nährstoffen bestimmt sind, möglich auch, dass sie als Excretionsorgane fungiren, oder endlich, dass sie ererbte Bildungen ohne besondere Function vorstellen.

Höchst eigenthümliche Trichome sitzen an den jungen Blattspitzen von *Ceratophyllum* [1]) zwischen den beiden Endstacheln, sowie bei *Myriophyllum* [2]) an den Enden und zwischen den Fiederchen der jungen Blätter an der ganzen Knospe. Sie haben die Gestalt mehrzelliger, langgestreckter Anhängsel und sind dicht mit stark lichtbrechendem, gerbstoffhaltigem, ölartigem Inhalt erfüllt. Da sie bald absterben und daher nur in der Nähe des Vegetationspunktes vorhanden sind, so dürfte die Annahme, dass sie vielleicht in irgend einer Weise als Schutzorgan der Endknospe fungiren, einige Wahrscheinlichkeit für sich haben. De Klercker gibt für *Ceratophyllum* an, dass die tanninführenden Trichome eine Art Dach über der Stammspitze bilden und dass sie immer von einer röthlich gelblichen, tanninhaltigen Masse umgeben seien. Sehr wahrscheinlich schützt dieses Secret den zarten Vegetationskegel und die Blattanlagen gegen Parasiten u. dergl., jedoch müssen wir diese Deutung vorläufig dahin gestellt sein lassen.

---

[1]) Borodin, Bot. Ztg. 1870. p. 850. — Magnus, Bot. Ztg. 1871. p. 482. — Hegelmaier, Bot. Ztg. 1871. p. 501. — De Klercker, p. 8. Tfl. I. Fig. 9.

[2]) Borodin, Bot. Ztg. 1870. p. 850. Tfl. XIV. Fig. 8. — Magnus, Bot. Ztg. 1871. p. 482. — Hegelmaier, Bot. Ztg. 1871. p. 493. — Vöchting, p. 13. Tfl. VII. Fig. 30 u. 31.

Dieselbe Function scheint mir auch den sogenannten Squamulae intrafoliaceae (Irmisch)[1]) zuzukommen, welche bei sehr vielen Wasserpflanzen in verschiedenen Formen sich vorfinden, so bei den *Hydrilleen*[2]), *Najadeen*[1]), *Potameen*[1]), *Hydrocharideen*[1]), *Butomeen*[1]), *Alismeen*[1]), *Elatineen*[3]), *Callitricheen*[4]) u. A. Diese Gebilde sind keine Stipulae, wie sie Caspary[2]) bezeichnet, sondern echte Trichome, welche in den Blattachseln in Gestalt von zarten, durchsichtigen, 1 oder 2schichtigen, rundlichen oder länglichen Schüppchen sitzen, frühzeitig an der Stammspitze entstehen, sich rascher als die benachbarten Blattanlagen entwickeln und später zu Grunde gehen, so dass man an älteren Blättern keine Spur mehr von ihnen findet. Wahrscheinlich sondern alle ein Secret ab, welches den Vegetationskegel umhüllt. Müller[3]) gibt für die Schüppchen der Elatineen an, dass die Endzellen ihrer Zipfel ein Secret abscheiden, welches die Blattanlagen und den Vegetationskegel umgebe und vor eindringendem Wasser schützen solle. Wie das Wasser denselben schaden soll, ist mir indessen nicht recht einleuchtend. Die Squamulae intrafoliaceae sind übrigens nicht auf Wasserpflanzen beschränkt, sondern auch Landpflanzen erzeugen sie.

Die in Obigem dargelegten, gemeinsamen anatomischen Eigenschaften der Gewebe, aus welchen das submerse Blatt sich aufbaut, wiederholen sich dem Wesen nach in gleicher Weise bei allen Gliedern der submersen Flora; aber trotzdem treten im Einzelnen, den mannigfaltigen Blattformen der Wassergewächse entsprechend, bedeutende Verschiedenheiten in der Gesammtanordnung des Blattgewebes, der Luftgänge und der Leitbündel hervor. Gewächse aus den entferntesten Familien mit den verschiedensten Blattgestalten haben sich, wenn auch in verschieden hohem Grade, der submersen Lebensweise angepasst, und ihre anatomische Structur nach derselben Richtung hin umgestaltet, ohne deshalb zu identischen Formen zu gelangen. Wir wollen die Blätter dieser untergetaucht vegetirenden Pflanzen nun im Einzelnen bezüglich der anatomischen Structur einer vergleichenden Betrachtung unterwerfen und ordnen sie zu diesem Zwecke in Gruppen, welche sich im Allgemeinen aus der äusseren Blattform ergeben. Um Wiederholungen zu vermeiden, unterlasse ich es, in jedem besonderen Falle auf die gemeinsamen, schon oben dargelegten Gesichtspunkte hinzuweisen.

1) Die dicotylen Gewächse mit submersem, haarförmig zerschlitztem Laub zeigen mehr oder weniger vollkommen cylindrische Blattzipfel, welche in der Anordnung des Parenchyms eine überraschende Analogie mit den dünnen radial gebauten Wasserstengeln verrathen. Die Blattzipfel werden von einem einzigen Leitbündel durchzogen, welches in dem Parenchym eingebettet, bei einigen sogar genau in der Axe wie die axilen Stammbündel, verläuft.

Ceratophyllum demersum sei zunächst betrachtet. Dieses sehr charakteristische submerse Gewächs, welches keine Wurzeln erzeugt und auch keine Landformen hervorbringt, sogar submers blüht und fructificirt, besitzt Blattzipfel, welche im Querschnitt elliptische, fast kreisrunde Gestalt (Fig. 1a) haben und von einem einzigen, sehr kleinen Leitbündel durchzogen werden. Dasselbe verläuft der Blatt-

---

[1]) Irmisch, p. 177 ff.
[2]) Caspary, Hydrill. p. 394 u. 460. Tfl. XXV. Fig. 12 u. XXVII. Fig. 44.
[3]) Müller, Flora 1877. p. 493. Tfl. VII. Fig. 4 u. 5.
[4]) Hegelmaier, Callitr. p. 11 u. 12. Tfl. II. Fig. 3 u. 18.

oberseite genähert und bestimmt dadurch die dorsiventrale Anordnung des Blattparenchyms. Es wird von einer einfachen Parenchymscheide umschlossen (Fig. 1b). Das Blattparenchym ist schwach entwickelt im Vergleich zum Durchmesser der Zipfel und wird von Luftcanälen, die durch einschichtige Scheidewände von einander getrennt sind, der Länge nach durchzogen, von 3 grossen nach unten zu, 2 viel kleineren nach oben zu. Nach aussen umgrenzt die Längsgänge eine geschlossene, einfache Parenchymlage, welche unmittelbar unter der Epidermis lagert. Die Epidermis (Fig. 1c) besteht aus kleinen, niedrigen, von der Fläche gesehen polygonalen, quergestreckten, gradwandigen und dünnwandigen Zellen, welche die Hauptmasse des Chlorophylls enthalten, während die darunter gelegenen Blattparenchymzellen (Fig. 1d) bedeutend grösser sind, von der Fläche gesehen von fast Rechteckform und in der Längsrichtung kurz gestreckt erscheinen, ebenfalls dünne Wände besitzen, aber nur sparsam die grünen Körperchen enthalten.

Der Stiel der Blattzipfel ist aus denselben Elementen in gleicher Weise aufgebaut, nur sind die Lufträume und die verschiedenen Gewebelagen entsprechend dem grösseren Durchmesser derselben mächtiger entwickelt.

Utricularia minor hat noch zartere und lockerer gebaute Blattzipfel wie *Ceratophyllum*. Das Parenchym zeigt nur eine sehr geringe Entwicklung und wird von einigen grossen und kleinen Luftgängen der Länge nach durchzogen, welche es in lauter einschichtige Septen auflösen. Diese Luftgänge treten nach aussen unmittelbar bis an die Epidermis heran, welche fast die Hauptmasse des ganzen Blattes ausmacht (Fig. 2a und 2b). Hier und da verbinden sich auch die Parenchymsepten seitlich zu einer subepidermalen Lage (Fig. 2b). Da, wo die Scheidewände im Innern zusammentreffen, verläuft von einer wenigzelligen Parenchymscheide umschlossen, das entweder genau im Centrum befindliche oder auch etwas der Oberseite genäherte Leitbündel, welches also im ersteren Falle (Fig. 2a) eine isolaterale oder wenn der Zipfel im Querschnitt kreisrund ist, eine radiale Anordnung der Blattelemente mit sich bringt. Das Leitbündel selbst ist ausserordentlich dünn und besteht aus sehr zarten, englumigen, langgestreckten Elementen, welche in der Regel nur ein einziges enges Ringgefäss umgeben. Die Epidermis führt wiederum die Hauptmasse des Chlorophylls und besteht von oben gesehen aus lang polygonalen, dünnwandigen und gradwandigen Zellen, welche ungefähr dieselben Dimensionen wie die Parenchymzellen besitzen, überhaupt wenig von diesen verschieden erscheinen. Zwischen den Epidermiszellen sind kleine, kurze Haare mit 2zelligem Endknöpfchen eingestreut. Das Parenchym enthält nur sparsam Chlorophyll.

Utricularia vulgaris weicht in der Structur der Blattzipfel von der vorhergehenden Art bedeutend ab und zeigt dagegen grosse Uebereinstimmung mit *Myriophyllum* durch die grössere Entfaltung des Parenchyms, wodurch die Zipfel einen viel kräftigeren Bau erlangen. Vielleicht hängt dieser Unterschied zwischen beiden Arten mit der Beschaffenheit ihrer Wohnplätze zusammen. *Utricularia minor* erhielt ich aus einem kleinen, von Bäumen beschatteten, ruhigen Tümpel bei Bonn, *Utricularia vulgaris* dagegen aus dem grossen Laacher See bei Andernach, dessen Ufer mehr oder minder durch den Wellenschlag, den alle grösseren Seen haben, getroffen werden.

Die zerschlitzten Blätter besitzen radialen Bau ihres cylindrischen Laubes (Fig. 3a). Im Centrum verläuft ein einziges, axiles Leitbündel, welches dicker und etwas höher entwickelt ist, als dasjenige von *Utricularia minor*. Umschlossen wird das Leitbündel von einer einfachen geschlossenen Parenchymscheide, die der Schutzscheide entspricht, auf welche ziemlich regelmässig concentrisch und radial angeordnet etwa

4—5 Schichten Parenchym folgen. Dieselben schliessen ziemlich dicht zusammen und lassen nur kleine Luftgänge zwischen sich offen, von denen die innersten etwas grösser sind und annähernd in einem Ring gruppirt erscheinen. Im Vergleich zu denen von *Utricularia minor* sind also die Zipfel sehr massiv gebaut. Zu äusserst folgt die Epidermis (Fig. 3c), welche von der Fläche betrachtet aus lang polygonalen, gradwandigen, die Hauptmasse des Chlorophylls führenden Zellen mit eingestreuten Köpfchenhaaren besteht. Die Epidermiszellen sind etwas kleiner als die darunter gelagerten Parenchymzellen (Fig. 3d), fast wie diese gestaltet.

Die Endzipfel haben analogen Bau wie die unteren Theile des Blattes, mit dem Unterschied, dass entsprechend ihrem geringeren Durchmesser die Zahl der Parenchymschichten allmälig abnimmt, so dass in den obersten Abschnitten nur 1—2 Lagen das Leitbündel umgeben. Auch flachen sich die Endzipfel etwas ab und gewinnen so einen isolateralen Bau (Fig. 3b).

Myriophyllum hat ziemlich massiv gebaute Blattzipfel, welche denen von *Utricularia vulgaris* ähnlich sind, ebenfalls von einem axilen Leitbündel durchzogen werden und radiale Anordnung des Parenchyms wie im Stengel zeigen, so dass Oberseite und Unterseite keinen Unterschied erkennen lassen (Fig. 4a). Die Epidermis ist spaltöffnungsfrei und besteht aus kleinen, fast cubischen Zellen (Fig. 4b), unter ihr liegt das etwa 4schichtige, in concentrischen Lagen und radialen Strahlen gruppirte Parenchym, dessen Zellen grösser und der Länge nach gestreckt sind. Es umschliesst einen Ring von nicht sehr grossen, durch kurze einschichtige Septen getrennten Luftcanälen. In der Axe verläuft von einer Schutzscheide umschlossen das Blattleitbündel, welches nach der Oberseite zu eine kleine Gruppe von engen Gefässen enthält, nach unten zu ein deutliches, obwohl sehr englumiges Phloëm besitzt. Im Uebrigen sind seine Zellen langgestreckt und zartwandig.[1]) Alle diese Zellen sind zartwandig, besonders auch die Epidermis. Letztere ist in Folge der vielen in ihr enthaltenen Chlorophyllkörper lebhaft grün gefärbt, während das Parenchym grosse, von schwach grünlicher Hülle umgebene Stärkekörner aufweist.

Myriophyllum bildet bekanntlich im Gegensatz zu *Ceratophyllum* und *Utricularia* unter geeigneten Bedingungen kleine, räschenartige Landformen[2]) mit verkürztem Stengel und kleineren Blättern, deren Zipfel weniger an Zahl, auch viel kürzer und dicker beschaffen sind. Nicht nur die äussere Gestalt der Landform weicht von der Wasserform ab, sondern der Einfluss der neuen Lebensbedingungen hat auch in den Blättern eine ganz andere Structur hervorgerufen, welche derjenigen der Luftblätter sich nähert. Wie *Myriophyllum* haben auch viele andere typische submerse Gewächse die Fähigkeit, wenn sie an's Ufer bei sinkendem Wasserspiegel mit ihren Axen gelangen oder wenn ihre Samen auf feuchtem Schlamm an der Luft keimen, sich zu Landformen zu entwickeln und ihr Gewebe, besonders aber die Gewebe des Blattes, zweckentsprechend auszugestalten und diese Structuränderungen bewegen sich in Bahnen, welche zu der normalen Structur der Luftblätter hinüberführen. Was hier für die Landformen von *Myriophyllum* gesagt werden soll, das gilt im geringeren oder höheren Masse auch von den Landformen der übrigen Hydrophyten.

Wenn *Myriophyllum alterniflorum* an sonniger Stelle auf feuchtem Flusskies wächst, so bildet sich eine Form mit wenigen sehr kurzen und dicken Blattfiederchen aus. Dieselben sind nicht mehr radial

[1]) Vergl. Vöchting, p. 12. Abb. des Querschnitts durch das Leitbündel auf Tfl. VII. Fig. 26.

[2]) H. Schenck, Die Biolog. d. Wassergewächse. p. 22 u. 23. Bonn 1885.

gebaut, sondern dorsiventral, im Querschnitt elliptisch. Der Blattnerv zeichnet sich durch viel entwickelteres Xylem aus, entsprechend der erhöhten Anforderung an die Function der Gefässe. Er verläuft der Blattunterseite genähert (Fig. 5a). In der Gestaltung des Blattparenchyms offenbart sich die Dorsiventralität, welche der Einfluss des directen Sonnenlichts an den Luftblättern allgemein hervorruft. Was zunächst die Epidermis anbelangt, so ist sie farblos und enthält höchstens noch einige wenige kleine Chlorophyllkörperchen, sie entwickelt ferner Spaltöffnungen sowohl auf der Ober- als auf der Unterseite und ihre Radialwände zeigen geschlängelten Verlauf der Contouren (Fig. 5b), wodurch die Festigkeit des Blattes erhöht wird. Wie bei den Luftblättern geht die Function der Assimilation auf die Chromatophoren des Blattparenchyms über. An der dem directen Licht ausgesetzten Blattoberseite hat sich durch Streckung der Zellen eine Art grünen Palissadenparenchyms unter der Epidermis differenzirt, während an der Blattunterseite die Zellen mehr abgerundet auf dem Blattquerschnitt erscheinen, grössere Intercellularlücken zwischen sich lassen und so den Beginn einer Schwammparenchymbildung vorstellen.

Die an schattigen feuchten Uferstellen erwachsenen Landformen, beispielsweise von *Myriophyllum spicatum* (Fig. 4c), zeigen die geschilderten anatomischen Verhältnisse etwas weniger ausgeprägt, es bilden sich in ihnen weniger Spaltöffnungen zumal auf der Unterseite aus, die Radialwände der Epidermiszellen (Fig. 4d) sind kaum geschlängelt, letztere aber gestreckt im Gegensatz zu den fast cubischen der Wasserform. Die Palissaden treten nicht so deutlich hervor, erscheinen aber doch auf dem Flächenschnitt in Form von kreisrunden Elementen (Fig. 4e), im Gegensatz zu den polygonalen noch zu fester Lage zusammenschliessenden subepidermalen Parenchymzellen der Blattunterseite (Fig. 4f).

Diese auffallende, durch die Beschaffenheit des umgebenden Mediums bedingte Verschiedenheit in der Structur der Luft- und Wasserblätter, welche sich sogar an Blättern derselben Axe herausbilden kann, lässt sich nun in noch ausgeprägterer Weise bei den entsprechenden Formen unserer Wasserhahnenfüsse constatiren, welchen eine weit grössere Gestaltungsfähigkeit innewohnt.

Wie bei *Myriophyllum* sind auch bei ***Ranunculus aquatilis*** und Verwandten die Zipfel der haarförmig aufgelösten, submersen Blätter fast genau radial gebaut und werden von einem axilen Leitbündel mit schwach ausgebildetem Xylem durchzogen. Das ziemlich dicht zusammenschliessende, stärkeleitende und aufspeichernde Blattparenchym ist ziemlich regelmässig in radiale Reihen angeordnet und wird aussen von der chlorophyllhaltigen Epidermis umgeben, welche bei *Ranunculus fluitans* (Fig. 6b) aus mehr queren, bei *Ran. divaricatus* (Fig. 8b) aus fast isodiametrischen polygonalen, bei *Ran. aquatilis* aus mehr gestreckten, gradseitigen Zellen besteht und im ausgebildeten Zustande des Blattes nie Spaltöffnungen trägt (vergl. p. 7). Bei *Ran. fluitans* (Fig. 6a) sind der Lebensweise in fliessenden Gewässern entsprechend die Zipfel gewöhnlich dicker, zeigen also eine grössere Zahl von Parenchymschichten als die zarten Zipfel des *Ran. aquatilis* und *Ran. divaricatus*. Letzterer (Fig. 8a) hat auch lockerer gebaute Zipfel, in welchen die Lufträume weiter sind. Bezüglich des Chlorophyllgehalts der Blattzellen und der Gestalt der Parenchymzellen (Fig. 8c) gilt das für die oben beschriebenen Hydrophyten Gesagte.

Ganz verschieden und viel höher differenzirt in Folge der erhöhten Ansprüche des Mediums verhalten sich die merkwürdigen Luftblätter der Landformen.[1])

[1]) Vergl. Schenck, Biol. d. Wasserg. p. 27.

Das Luftblatt von *Ran. fluitans* (Fig. 6c) ist im Querschnitt elliptisch mit flacherer Unterseite und wird von mehreren Nerven mit wohl entwickeltem Xylem, der letzteren genähert, durchzogen. Die Epidermis (Fig. 6d) ist farblos, trägt reichlich Stomata auf der Oberseite, weniger reichlich auf der Unterseite und zeigt geschlängelten Verlauf der Radialwände. Das assimilirende Parenchym erscheint in mehrschichtiges Palissadenchlorenchym und rundzelliges Schwammparenchym differenzirt. Aehnlich verhält sich auch *Ran. divaricatus*. Selbstverständlich lassen sich an sumpfigen Stellen, an denen das Wasser zum Theil noch zurückblieb, auch Uebergangsformen zur typischen Wasserform finden.

Am meisten gleichen die breitlappigen Blätter der Landform des *Ran. aquatilis*[1]), welcher die grösste Plasticität besitzt, in der Structur den normalen Luftblättern. Die Palissadenzellen (Fig. 7a) sind gross, lang gestreckt und lassen Athemhöhlen unter den Spaltöffnungen der stark welligen Epidermis (Fig. 7b u. 7c) zwischen sich frei. Unter der Schicht dieser grossen Palissaden lagern sich kürzere Zellen, welche als Leitzellen die assimilirten Stoffe den Leitbündelscheiden zuführen. Das Schwammparenchym ist hier deutlicher entwickelt als bei den anderen Arten.

Bis zu einem gewissen Punkte in der Entwicklung bleibt die Structur der Wasser- und Luftblätter noch übereinstimmend und aus derselben Anlage können beide Formen hervorgehen. Dann aber differenzirt sich das Luftblatt weiter, während das Wasserblatt im Allgemeinen mehr die primären Zellformen beibehält und wesentlich nur noch wächst. Das Wasserblatt stellt somit gewissermassen einen Entwicklungszustand des Luftblattes dar. Obwohl morphologisch unvollkommener, verrichtet aber das Wasserblatt seine physiologischen Functionen eben so gut, wie das höher differenzirte Luftblatt und in dieser Hinsicht sind beide gleich vollkommen anzusehen.

2. An die genannten, zerschlitztblättrigen Wasserpflanzen wollen wir die ebenfalls im Querschnitt mehr oder weniger kreisrunden, pfriemenförmigen Blätter der submersen Formen von *Litorella* und *Isoëtes* anreihen. Beide Gewächse sind amphibisch und zeigen daher keine so weit gehende Umgestaltung der Blattstructur wie etwa die äusserst zarten Zipfel der ausschliesslich submersen *Utricularia minor*.

Bei ***Litorella lacustris***[2]) werden die langen, oberwärts fast genau cylindrischen und die Tendenz zu einer radialen Anordnung der Elemente verrathenden Blätter von einem medianen, ausserdem aber auch noch von zwei kleineren seitlichen Leitbündeln durchzogen (Fig. 10 a). Das mächtig entwickelte, zartwandige Parenchym ist in lauter einschichtige Septen, welche die vielen, ziemlich grossen Luftgänge trennen, zerklüftet und bildet im Umkreis der Leitbündel zartwandige Schutzscheiden und nach aussen eine geschlossene subepidermale Schicht, welche von einer aus schmalen, langen Zellen bestehenden Epidermis (Fig. 10 b u. 10 c.) bedeckt wird. Die Parenchymzellen sind auch lang gestreckt und erscheinen im Querschnitt abgerundet.

Die submers wachsenden Exemplare lassen die charakteristischen Merkmale der untergetauchten Blätter überhaupt erkennen und weichen ziemlich bedeutend in der Structur von den auf Schlamm an der Luft erwachsenen ab, welche im Querschnitt viel breiter erscheinen und deren Länge viel geringer bleibt

[1]) Askenasy, p. 196 u. 200 hat im Wesentlichen die Blattunterschiede zwischen Land- u. Wasserform für Ran. aquat. u. div. kurz hervorgehoben. Seine Querschnittszeichnungen der Blätter der Wasserformen sind nicht ganz genau.

[2]) Vergl. auch Areschoug, p. 143, Taf. VI. Fig. 4 u. VII. Fig. 1 u. 2.

An den Landformen ist die Epidermis viel dickwandiger und trägt auf Ober- und Unterseite zahlreiche, in Längsreihen liegende Spaltöffnungen, während die Wasserform solche in äusserst geringer Zahl nur an der Oberseite zur Entwickelung bringt, obwohl dieselben in diesem Falle ohne Bedeutung sind. Das Parenchym der Wasserform ist zartwandiger, die Luftkanäle sind grösser als bei der Landform. Wesentlich unterscheidet sich an beiden auch die äusserste unter der Epidermis gelegene Parenchymschicht, welche von der Fläche gesehen bei letzterer Form aus abgerundeten Zellen mit Intercellulargängen sich zusammensetzt und so eine ähnliche Ansicht bietet wie das Palissadenparenchym der gewöhnlichen Luftblätter. Besonders an den Kanten stellt die subepidermale Lage eine Art Uebergang zu dieser Gewebsform dar, während dagegen an der Wasserform die äusserste Parenchymlage aus gestreckten, rechteckigen, fast dicht zusammenschliessenden Zellen besteht. Die Blattgefässbündel der Luftpflanze sind oben und unten durch dicke Bastbelege und durch reichliche Gefässbildung ausgezeichnet; in der Wasserform erscheinen die Bastbelege kaum angedeutet und bedeutend weniger Gefässe ausgebildet.

Die gleichfalls pfriemlichen Blätter von ***Isoëtes lacustris*** haben abgerundet viereckigen Querschnitt (Fig. 9a) und werden von einem einzigen centralen Leitbündel durchzogen, welches nach der Blattunterseite zu im Halbkreis Phloëmgruppen, aus Siebröhren und Geleitzellen bestehend, nach oben zu einige wenige Gefässe im Xylem und in der Mitte einen lysigenen Gang enthält. Das Blattparenchym bildet zunächst unter der Epidermis eine ziemlich geschlossene Zone aus 1 bis 2, an einzelnen Stellen auch aus 3 Lagen Zellen; sodann folgen nach innen und zwar in den 4 abgerundeten Kanten des Blattes verlaufend 4 weite Luftgänge, welche von 4 Längsscheidewänden von einander getrennt werden und in unregelmässigen Abständen von zarten Querdiaphragmen gefächert erscheinen. Die Längsscheidewände bestehen aus mehreren Lagen zarter im Querschnitt abgerundeter Parenchymzellen, welche von der äusseren Rindenzone ausgehen und in der Axe des Blattes zusammenstossen, um hier eine mehrschichtige innere Rindenzone um das Leitbündel zu bilden. Die innersten Schichten sind etwas kleinzelliger, eine Schutzscheide ist nicht ausgeprägt. Die Epidermis (Fig. 9c) ist regelmässig zusammengesetzt aus langgestreckten, rechteckigen, zartwandigen Zellen, entwickelt keine Spaltöffnungen und enthält kleine wandständige Chlorophyllkörner, die darunter gelegene Parenchymschicht (Fig. 9b u. 9d) hat kürzere, aber viel breitere, fast isodiametrische Elemente und enthält ebenfalls wie auch die tiefer gelegenen Parenchymzellen Chlorophyllkörner, welche aber wohl mehr der Stärkeleitung als der Assimilation dienen.

Die Landformen von *Isoëtes lacustris* und die terrestren Arten der Gattung entwickeln selbstverständlich Spaltöffnungen und zeigen im Uebrigen dieselben Abänderungen der Structur wie bei der vorhergenannten *Litorella*.

3. Eine dritte, viel mannigfaltigere Reihe von Blattstructuren ergibt sich bei vergleichender Betrachtung der lineal oder lanzettlich gestalteten submersen Blätter, welche im Gegensatz zu den bisher genannten nicht cylindrisch gebaut sind, sondern mehr oder weniger abgeflacht mit Blattoberseite und Unterseite erscheinen, wenn auch in den meisten Fällen ein entsprechender Structurunterschied in Epidermis und Blattparenchym an beiden Blattseiten nicht nachzuweisen ist, so dass diese Blätter, abgesehen von dem medianen Gefässbündel, sowohl rechts und links, als oben und unten symmetrisch oder isolateral gebaut erscheinen.

Zunächst sei hier ***Potamogeton pectinatus*** erwähnt, welcher von den übrigen Arten der Gattung, die am Schlusse dieses Abschnitts betrachtet werden sollen, sehr in der Anordnung der Blattelemente abweicht. *Pot. pectinatus* erzeugt verschiedene Varietäten, die sich durch die Grösse und Dicke der Stengel und Blätter unterscheiden. Eine besonders zarte Form hat Blätter, welche im Querschnitt (Fig. 11a) rundlich elliptische Gestalt und einen sehr zierlichen Bau besitzen. Die Epidermis (Fig. 11b) besteht aus kleinen, von der Fläche gesehen hexagonalen bis quadratischen, dünnwandigen Zellen und enthält wiederum die Hauptmasse des Chlorophylls. Unter ihr folgt eine geschlossene Lage etwas grösserer, fast gleichgestalteter Parenchymzellen (Fig. 11c), welche zwei grosse nach den Kanten des Blattes zu gelagerte Längsluftgänge umhüllt. Beide Gänge werden in der Mediane durch eine dickere Parenchymschicht, welche das ganze Blatt durchzieht und I-trägerartig dasselbe festigt, geschieden. In dieser Schicht liegt das Leitbündel, welches aus zartwandigen, langgestreckten Elementen mit einem nach der Blattoberseite zu gelegenen, aus einem Gefässe durch Resorption entstandenen Gang besteht. Die mediane Parenchymplatte umhüllt das Leitbündel mit einer einschichtigen Scheide und spaltet sich oberhalb und unterhalb derselben in 3—4 einschichtige kurze Septen zur Bildung von kleineren Luftgängen. In den beiden Kanten des Blattes hat sich noch je ein zarter Seitennerv, von einer kleinzelligen Parenchymscheide umschlossen und an die subepidermale Parenchymschicht angelagert, erhalten.

Eine grössere Form des *Pot. pectinatus* hat derbere, längere Blätter, welche im Querschnitt viel breiter elliptisch erscheinen. Sie bestehen genau aus denselben Elementen wie bei ersterer Form, mit gleicher Anordnung derselben, nur sind alle Luftgänge und Gewebeschichten ausgedehnter. Die beiden grossen seitlichen Gänge werden gewöhnlich noch von einem einschichtigen Längsseptum gestützt. (Fig. 11d.)

Bei beiden Formen treten in den Gängen von Strecke zu Strecke zarte, einschichtige Quersepten auf, wie allgemein in den Luftgängen der Wasserpflanzen.

Aehnlichen, nur etwas einfacheren Bau zeigt uns das schmallineale Blatt von ***Zannichellia palustris*** (Fig. 12). Dasselbe besitzt wie bei der genannten *Potamogeton*-Art eine kleinzellige, spaltöffnungsfreie, chlorophyllführende Epidermis, darunter wieder die Lage grosszelligen, geschlossenen Parenchyms und nach innen beiderseits je einen grossen Luftgang Beide Gänge werden in der Mediane durch eine Scheidewand getrennt, welche aus dem medianen wie bei *Pot. pectinatus* beschaffenen Leitbündel und dessen grosszelliger einfacher Parenchymscheide, die sich oben und unten an die äussere Parenchymschicht anlegt, gebildet. Seitenbündel sind nicht vorhanden.

An diese Blattstructur schliesst sich unmittelbar diejenige von ***Najas major*** an, welche von Magnus[1]) beschrieben worden ist. Auch das Blatt dieser Pflanze besitzt die kleinzellige, spaltöffnungsfreie Epidermis und darunter eine Lage grosszelligen Parenchyms, welches rechts und links einen hier etwas kleineren Längsluftgang umschliesst. In der Mediane des Blattes verläuft das einfache Leitbündel, welches dieselbe Zusammensetzung wie das axile Stammbündel zeigt, also aus zarten langen Elementen mit einem centralen Gang besteht, der durch Resorption einer Zellreihe, welche einer Gefässanlage homolog zu erachten ist, gebildet wird. Das Leitbündel wird von einer Parenchymscheide umschlossen, die sich oben und unten an die subepidermale Lage anlegt, zu beiden Seiten aber die Luftgänge begrenzt.

[1]) Magnus, Najas, p. 49, Taf. VII. Fig. 1.

Najas minor zeigt nach Magnus[1]) einen viel einfacheren Blattbau, indem die Epidermis und die subepidermale Parenchymlage der vorhergehenden Art hier auf eine einzige ziemlich grosszellige Zellschicht, welche das Blatt aussen umschliesst, reducirt sind. Nur in den Kanten ist beiderseits diese Schicht verstärkt durch eine subepidermale Zellreihe. Im Uebrigen treffen wir dieselbe Anordnung und Structur wie bei *N. major*. Die Luftgänge treten oben und unten bis zur Epidermis.

Die dritte bei uns vorkommende Art der Gattung, ***Najas flexilis***, vermittelt den Uebergang zu den zarten, im Wesentlichen aus 2 Zellschichten bestehenden Blättchen von *Hydrilla* und *Elodea*. Nach Magnus[2]) hat das Blatt dieser Art in der Mediane den gleichen Bau wie *N. minor*, aber rechts und links von den beiden Lufteanälen erbreitert sich die Lamina durch Zusammentreten der oberen und unteren Epidermis seitlich von den Luftgängen, ohne dass Parenchym sich zwischenlagert. In den äussersten Kanten wird diese zarte Lamina sogar einschichtig. Der Hauptmasse nach besteht das Blatt also nur aus Epidermis.

Noch zarter und einfacher ist das Blatt der beiden *Hydrilleen* gebaut. ***Hydrilla verticillata*** hat nach Caspary[3]) sitzende eilanzettliche bis lineale Blätter, deren jedes in der Mediane von einem gefässlosen Leitbündel durchzogen wird und im Wesentlichen nur aus zwei Zelllagen besteht. Nur dicht am Leitbündel schieben sich noch jederseits einige wenige Parenchymzellreihen ein, zwischen denen und den äusseren Zellschichten einige kleine, mit Luft erfüllte Intercellulargänge auftreten. Die Laminazellen enthalten Chlorophyll, auch die des Randes, welche in regelmässigen Abständen in Zähnchen auslaufen. Sie sind von oben gesehen rechteckig, nach der Spitze zu mehr langpolygonal, an der Basis mehr cubisch. Die Zellen der Oberseite sind grösser als die der Unterseite und hierin offenbart sich noch die ursprüngliche Dorsiventralität des Blattes.

Elodea canadensis, die andere bei uns vorkommende *Hydrillee*, soll nach Caspary[4]) genau denselben einfachen Blattbau besitzen, abgesehen davon, dass die Randzellen und die unter der Mittelrippe befindlichen Zellen weniger Chlorophyll enthalten. Caspary hat indessen übersehen, dass das zarte zweischichtige Blatt Bastfasern enthält, welche in Form einer kleinen Gruppe das Blattleitbündel an der Unterseite begleiten (Fig. 13). Ausserdem sind die unmittelbar unter demselben gelegenen Epidermiszellen sowie an den Blatträndern mehrere nebeneinander liegende Zellen der unteren Epidermis langgestreckt und verdickt, also bastfaserartig differenzirt. Die Randfasern dürften die zarte Lamina wirksam gegen Einreissen schützen. Vielleicht besitzt auch *Hydrilla* solche Fasern.

Vergleichen wir die Structur der letzterwähnten Blätter mit dem normalen Bau eines Luftblattes, so tritt uns eine ausserordentliche Verschiedenheit entgegen. In der höchst einfachen Blattstructur der *Hydrilleen* ist gewissermassen der Abschluss des umgestaltenden Einflusses des flüssigen Mediums erreicht.

Der Hauptmasse nach besteht auch der lineale Blattstiel von ***Aldrovandia vesiculosa***[5]) aus Epidermis. Derselbe muss als das eigentliche Assimilationsorgan angesehen werden, da die Lamina zu einem

---

[1]) Magnus, Najas, p. 50, Tfl. VI. fg. 7.
[2]) ibid. p. 51, Tfl. VI, fg. 8.
[3]) Caspary, Hydrill. p. 389, Tfl. XXV, fg. 8.
[4]) ibid. p. 450.
[5]) Vergl. Caspary, Bot. Ztg. 1859. p. 127, Tfl. IV, fg. 4 u. 24.

Fangapparat umgestaltet ist. Es tritt ein winziges, medianes Leitbündelchen, welches nur an der Basis ein einziges Ringgefässchen enthält, in das Blatt ein. Der Blattstiel erscheint im Querschnitt schmal elliptisch und wird rings umschlossen oder vielmehr gebildet von einer einschichtigen, aus gestreckten, gradwandigen, chlorophyllhaltigen Zellen bestehenden Hülle oder Epidermis [1]) (Fig. 14). Spaltöffnungen fehlen selbstverständlich. An diese Zellschicht grenzen unmittelbar die grossen und flachen, von oben betrachtet sechsseitigen Lufträume, durch einschichtige, grüne Parenchymsepten geschieden, welch' letztere auf dem Querschnitt als Brücken zwischen oberer und unterer Epidermis erscheinen. Das Leitbündel verläuft in der Mediane und wird von einer chlorophyllhaltigen, an die Epidermis sich anlegenden Scheide umgeben. Es gibt keine Zweige in die borstenförmigen Anhängsel des Stieles ab, welche am Grunde ähnlich wie dieser gebaut sind, indem die Lufträume auch in sie hineinziehen. Weiter oberwärts aber bestehen die Borsten nur aus langgestreckten grünen Epidermiszellen mit randständigen, farblosen Haarzähnen.

Die Schilderung der Structur der speciell zum Fang und zur Verdauung kleiner Wasserthierchen angepassten Lamina würde an dieser Stelle, wo das Blatt nur als Assimilationsorgan betrachtet werden soll, zu weit vom Thema führen [2]).

Wenn auch etwas complicirter gestaltet, so zeigt merkwürdiger Weise der Querschnitt durch ein submerses, lineares Erstlingsblatt der untergetaucht gekeimten jungen Pflanze von ***Alisma Plantago*** fast dasselbe Bild wie der *Aldrovandia*-Blattstiel (Fig. 15 a). Die Epidermis bildet auch hier den wesentlichsten Theil der Blattsubstanz. Sie besteht von der Fläche gesehen aus rechteckigen, gradwandigen, reichliches Chlorophyll führenden Zellen von quadratischem Querschnitt und bildet keine Stomata aus. Grosse Luftgänge durchziehen das Blatt, treten bis an die Epidermis heran und sind durch einschichtige, grüne Parenchymsepten der Länge nach getrennt, zur Festigung der Quere nach in bestimmten Abständen von zarten perforirten Quersepten gefächert. In der Mediane sind die Luftgänge kleiner und da, wo ihre Parenchymscheiden in der Mitte zusammentreten, verläuft das schmale Leitbündelchen. Auch in den Blatträndern erblickt man ein allerdings sehr winziges Seitenbündelchen.

Auf die zarten linealen Blätter folgen an der Keimpflanze solche mit etwas erbreiterter Spreite, welche schrittweise in die schwimmenden und Luftblätter übergehen. Dieser Uebergang markirt sich aber auch in der inneren Structur, indem an den etwas breiteren Blättern, obwohl noch unter Wasser, schon Spaltöffnungen an der Oberseite zur Entwicklung kommen und auch die Form der Epidermiszellen derjenigen der Luftblätter ähnlich erscheint (Fig. 15 c u. d), indem ferner das Blattmesophyll mit seinen grossen Luftgängen mehr und mehr die Form eines Schwammparenchyms annimmt (Fig. 15 b) und endlich an der Oberseite der Schwimmblätter zu einem Palissadenparenchym sich gestaltet. Recht auffallend ist der Unterschied, den die submersen Erstlingsblätter im Gegensatz zu den ihnen gleichwerthigen ersten Blättern von Keimpflänzchen, welche auf Schlamm an der Luft erwuchsen, bezüglich ihrer Structur zur

[1]) Caspary l. c. sagt, der Blattstiel wie auch der Stamm habe keine Epidermis, seine äusserste Zellschicht sei Parenchym, welches dicht mit Chlorophyll erfüllt sei. Caspary fasst also den Begriff Epidermis rein physiologisch, was aber nicht angängig ist, denn es finden sich alle Uebergänge von der spaltöffnungslosen, chlorophyllhaltigen äussersten Zellschicht der submersen Gewächse bis zu der wohl charakterisirten Oberhaut der Luftpflanzen. Als Epidermis ist die äusserste Zellschicht zu bezeichnen, welche in verschiedener Weise in den beiden Medien Luft und Wasser differenzirt wird, in letzterem Medium weniger von dem unter ihr gelegenen Parenchym abweicht als in ersterem.

[2]) Vergl. darüber Caspary, Bot. Ztg. 1859, p. 127.

Schau tragen. Die von einem reichen Nervennetz durchzogene, eiförmige, zugespitzte Spreite der letzteren zeigt den Bau der Luftspreite überhaupt, also ein gut entwickeltes Palissadenparenchym an der Oberseite und ein Schwammparenchym an der Unterseite (Fig. 15 e), Stomata oben und unten in der chlorophyllosen Epidermis etc. Es ist höchst bemerkenswerth, dass ein und dieselbe Pflanzenart über eine so weit gehende Anpassungsfähigkeit bei der Ausgestaltung der Blattgewebe verfügt.

Alisma natans bildet bekanntlich an ihren Sprossen vor den Schwimmblättern zarte, schmale grasartige, submerse Blätter. Dieselben gleichen sehr den oben beschriebenen von *Alisma Plantago* in Form und Structur, nur sind die Luftgänge in etwas grösserer Zahl vorhanden und liegen ungefähr in 2 Querreihen (Fig. 16 a), auch sind die Epidermiszellen bedeutend länger (Fig. 16 b u. c). Wie aus der Abbildung ersichtlich, ist der Aufbau des Blattes ein isolateraler, wie auch bei den submersen Blättern von *Alisma Plantago*. Die Schwimmblätter von *Al. natans* weichen selbstredend von den untergetauchten Blättern ganz bedeutend in der Structur ab.

Bei ***Callitriche***[1]) lässt sich ein ähnlicher Gegensatz zwischen den submersen und den an der Luft lebenden Blättern constatiren. Indessen liegen die anatomischen Verhältnisse nicht ganz einfach. Am klarsten ist die Structur des submersen Blattes ausgeprägt in der Sectio *Pseudocallitriche*, wozu unsere *Call. autumnalis L.* gehört. Diese Art ist ein ausschliesslich untergetaucht vegetirendes Gewächs, welches, soweit wir wissen, nie Landformen und auch keine Schwimmblätter bildet, sondern stets schmale, lineale flache, zarte Blätter unter Wasser erzeugt, deren Structur dieser Lebensweise entspricht. Die Epidermis trägt nach Hegelmaier weder am ausgebildeten Blatt, noch an den Stengeln Spaltöffnungen, ebenso fehlen die charakteristischen Sternhaare der übrigen *Callitrichen*. Ihre Zellen von oblonger oder trapezoidischer Gestalt mit graden Radialwänden, ordnen sich in zur Längsaxe parallelen Reihen; auf der Unterseite sind sie schmäler wie auf der Oberseite und auch weniger dick. Merkwürdigerweise mangelt der Blattepidermis das Chlorophyll gänzlich, eine vereinzelte Ausnahme im Gegensatz zu dem Verhalten der meisten anderen submersen Gewächse, welche sich durch die Annahme erklären lässt, dass diese Bildung eine vererbte, von der Plasticität der Pflanze nicht überwundene repräsentirt. Das Chlorophyll findet sich in den von der Epidermis umschlossenen Parenchymzellen, welche 2 Lagen mächtig, an den äussersten Rändern nur 1 Lage stark entwickelt sind und zu ebenen Flächen ohne alle Intercellulargänge aneinander gedrängt liegen[2]). Das Blatt wird nur von einem medianen gefässarmen und von einer Parenchymscheide umschlossenen Leitbündel durchzogen. Die obere Lage des Parenchyms ist etwas grosszelliger als die untere, eine Erscheinung, welche die ursprüngliche Differenzirung in Palissaden- und Schwammparenchym noch andeutet.

Die Sectio *Eucallitriche*, wozu unsere gewöhnlichen Arten, *Call. vernalis*, *stagnalis*, *hamulata* gehören, zeigt im Unterschiede von *Pseudocallitriche* eine grosse Variationsfähigkeit im Habitus. In sehr tiefem Wasser sind die Blätter alle schmal lineal, in weniger tiefem erbreitern sie sich löffelförmig und bilden an der Wasseroberfläche Schwimmrosetten. Bei sinkendem Niveau erscheinen Sumpfformen, kleine Kräutchen mit niederliegenden Stengeln und kleinen eiförmigen Blättchen. Hand in Hand geht mit dieser

[1]) Vergl. auch Hegelmaier, Callitr. p. 8. 9. 10. 11. 30. 31. 32.

[2]) Abb. eines Querschnitts durch ein junges Blatt bei Hegelmaier Tfl. II, fg. 2.

Variation auch im Allgemeinen eine entsprechende Abänderung der anatomischen Structur. Die schmallinealen submersen Blätter (Fig. 17a, b u. c) haben demnach ähnlichen Bau wie *Call. autumnalis*, abgesehen davon, dass die Epidermis aller Eucallitrichen die eigenthümlichen Sternhärchen erzeugt und dass auch das Parenchym mächtiger entwickelt ist, gewöhnlich dreischichtig, in der Mediane sogar vierschichtig. Auch lockert sich das Parenchym an der Unterseite zu rundlichen Zellen mit Luftgängen auf, während an der Oberseite die Zellen compacter zusammenschliessen und nur enge Gänge zwischen sich lassen. Neben dem Mediannerven entwickeln sich in der Regel auch noch kleinere seitliche Nerven.

Nach oben zu gehen die schmallinealen Blätter gewöhnlich in solche mit löffelartig erweiterter Spreite, die Vorläufer der Schwimmblätter, über, und eigenthümlicher Weise macht sich dieser Uebergang auch in der anatomischen Structur geltend. Die Epidermiszellen (Fig. 17d u. e) nehmen wellenförmige Contouren an und bilden vereinzelte Spaltöffnungen an der Oberseite aus, obwohl die letzteren völlig nutzlos sind. Auch in der Gestaltung des Parenchyms markirt sich der Uebergang zu den Schwimmblättern. Bei *Eucallitriche* geht somit die Reaction des Mediums auf die Zellengestaltung nicht glatt auf, wie etwa bei *Ranunculus aquatilis*, welchem in dieser Beziehung eine ausserordentliche Gestaltungsfähigkeit zu Statten kommt. Die Vererbung fixirter Eigenthümlichkeiten wirkt bei *Callitriche* dem umgestaltenden Einfluss des Mediums entgegen.

Vergleichen wir das lineale submerse Blatt von *Eucallitriche* mit dem kleinen eilanzettlichen der Landform, etwa bei *C. vernalis*, so bemerken wir an letzterem sofort die schön ausgebildete Epidermis mit den gebuchteten Wänden (Fig. 17g u. h), die Spaltöffnungen zumal auf der Oberseite, sparsamer auf der Unterseite. Unter der oberen Epidermis differenzirt sich ein Palissadenparenchym, bestehend aus dicken, etwas gestreckten Zellen (Fig. 17f) mit kreisrundem Tangentialschnitt (Fig. 17i) und Luftgänge und Athemhöhlen zwischen sich frei lassend. Das Blattparenchym der Unterseite stellt ein typisches Schwammparenchym vor (Fig. 17k).

Hottonia palustris[1]) besitzt zwar gefiederte Blätter, indessen gleichen die einzelnen linealen flachen Fieder sehr in der Structur den schmallinealen submersen Blätter der *Callitrichen*, weshalb diese Pflanze hier angereiht werden soll. Das Blatt von *Hottonia* wird von einem schwachen Gefässbündel durchzogen, welches einfache Aeste in die Fieder abgiebt. Dieses Bündel enthält zarte dünne Elemente und nur einige wenige Ringgefässchen. Zu äusserst umgibt eine dünne Epidermis (Fig. 18b), welche abweichender Weise ebenfalls kein Chlorophyll entwickelt, das Blatt. Ihre Zellen sind von oben gesehen, langgestreckt und ungefähr rechteckig mit sehr schwach gewellten Radialwänden und differenziren sich nirgends zu Spaltöffnungen. Haare sind in Form zerstreuter Köpfchenhaare vorhanden. Das chlorophyllführende Parenchym bildet zunächst um das mediane Bündelchen eine Scheide, nach den Seiten zu lockert es sich auf und lässt grosse Luftlücken zwischen sich. (Fig. 18a). Unter der Epidermis schliesst es sich zu einer dichteren einschichtigen Lage von etwas gestreckten Zellen (Fig. 18c), deren enge Intercellulargänge bis zur Epidermis gehen. Die Blätter sind somit sehr zart und locker gebaut und entbehren der mechanischen Elemente vollständig.

[1]) Areschoug, p. 140.

Im Anhange zu den bisher beschriebenen Blattstructuren sei an dieser Stelle die ***Lemna trisulca***[1]) erwähnt, welche submerse, frei schwimmende, blattlose Sprossketten bildet. Diese Sprosse ersetzen die Assimilationsorgane an Stelle der unterdrückten Blätter und zeigen dementsprechend manches Uebereinstimmende in der Structur mit den submersen Blättern überhaupt. Der einzelne Spross besteht aus zwei Gliedern, dem dünnen, gestreckten Sprossstiel und dem breiten flachen, eiförmigen zugespitzten zweiten Sprossglied; zwischen beiden erzeugt das Nodium in seitlichen Taschen die gleichgestalteten Tochtersprosse.

Ein zartes Leitbündel tritt in die Mediane des Sprossstiels ein und spaltet sich im Knoten in drei Aeste für das flache zweite Sprossglied. Die Structur dieser Bündelchen wird im zweiten Abschnitt näher erörtert. Nach aussen werden die Sprosse von einer zarten Epidermis aus tafelförmigen, mit stark buchtigen Seitenwänden in einander greifenden Zellen (Fig. 19e) überzogen. Stomata fehlen gänzlich. Chlorophyll ist in der Epidermis nur in geringer Menge vorhanden, tritt dagegen in den Parenchymzellen wohlentwickelt auf. Die absolute und relative Grösse der Epidermiszellen schwankt etwas; zu beiden Seiten der Mittellinie der Sprosse nehmen sie schmale längsgestreckte Gestalten an.

Der Sprossstiel (Fig. 19a) zeigt im Querschnitt elliptische Form und isolateralen Bau. In seiner Axe befindet sich das Leitbündel, von einer Parenchymscheide umschlossen, an welche sich bis zur Epidermis etwa zwei Lagen grosszelligen Parenchyms anlegen. Das Sprossstielparenchym schliesst dicht zusammen und lässt nur hie und da enge Intercellulargänge frei. Es besteht aus dünnwandigen polygonalen Zellen.

Das zweite Sprossglied enthält unter der Epidermis nach dem Rande zu nur eine einzige Parenchymlage grosser polygonaler Zellen ohne jede Lufthöhlenbildung. Weiter einwärts steigt die Zahl der Parenchymlagen auf zwei und drei und es entwickeln sich alsdann durch Abrundung der Zellen Intercellulargänge (Fig. 19b u. d). An der Basis des zweiten Sprossgliedes ist endlich das Parenchym am mächtigsten (ca. 8 schichtig) und wir treffen hier auch grössere Lufthöhlen in zwei Etagen, welche aber nie die Ausdehnung wie bei den schwimmenden Arten der *Lemnaceen* erreichen. In den Wandungen der Taschen befinden sich nur an der Basis einige Luftkanäle. Die Taschenwandungen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre innere Epidermis aus Zellen besteht, welche den Parenchymzellen sehr gleichen, sodass es den Anschein hat, als ob die Epidermis daselbst abgehoben sei (Fig. 19e). Nach den Rändern zu bestehen die Taschenwandungen nur aus den beiden dicht zusammenschliessenden Epidermisschichten.

Bei den an der Oberfläche schwimmenden *Lemnaceen* macht sich zum Unterschied von *Lemna trisulca* der durch den Einfluss des Lichtes herbeigeführte Gegensatz zwischen oberem und unterem Parenchym geltend; es entwickeln sich ferner an der Oberseite in der chlorophyllosen Epidermis Spaltöffnungen und zur Ermöglichung der Schwimmfähigkeit grosse Lufthöhlen, welche an genannter Art nur in geringer Zahl und Grösse erscheinen. *Lemna trisulca* erzeugt bei der Blüthenbildung schwimmende Luftsprosse[2]) und diese nähern sich den übrigen *Lemnaceen* im Bau. Sie weichen von den submersen Sprossen ab in der Gestaltung der Epidermiszellen, welche kleiner sind und an den Radialwänden starke leistenartige

[1]) Vergl. auch Hegelmaier, Lemn., p. 65 ff. u. Taf. VI. Fig. 2—7.
[2]) Hegelmaier, Lemn., p. 61—62.

Verdickungen zur Festigung tragen, durch den Besitz von Spaltöffnungen an der Oberseite und durch grössere Lufthöhlen. Dagegen ergibt sich in der Gestaltung des Parenchyms kaum ein Unterschied.

Bemerkenswerth ist wie für alle *Lemnaceen* auch für *Lemna trisulca* das Auftreten von Raphidenschläuchen im Parenchym.

4. Einige submerse Gewächse zeichnen sich durch sehr lange, grasartige, lineale Blätter aus, welche eine charakteristische Anordnung des Blattgewebes zur Schau tragen und dadurch eine besondere Gruppe für sich bilden.

Vallisneria spiralis[1]) gehört hierher. Die Blätter sind streng isolateral gebaut, Oberseite und Unterseite völlig gleich gestaltet. Das lange Blatt wird von einem grösseren medianen Blattnerven und jederseits zwei seitlichen kleineren, einer davon dicht längs des Randes parallel durchzogen. Mittelst Queranastomosen stehen diese Nerven in Verbindung unter einander. Sie bestehen aus langgestreckten zarten Elementen, enthalten keine Gefässe; aber in dem Theile, welcher dem Xylem homolog zu setzen ist, findet sich ein kleiner, durch Resorption von Zellreihen entstandener Gang. (Fig. 20b.) Der Phloëmtheil liegt nach unten und ist deutlich differenzirt.

Die Spreite lässt zu äusserst eine niedrige Epidermis erkennen, welche von oben gesehen aus mehr oder weniger rechteckigen Zellen, ohne Stomata und Haarbildungen, sich aufbaut. (Fig. 20c.) Die Aussenwandung ist sehr dünn und die Cuticula kaum ausgeprägt. Darunter folgt oben und unten eine Lage grosszelligen, aus langgestreckten Elementen bestehenden Parenchyms, welches dicht zusammenschliesst. Sehr charakteristisch für das *Vallisneria*blatt sind die Längsgänge, welche in höchst regelmässiger Weise das Blatt durchziehen, bis an die genannte Parenchymlage oben und unten herantreten und seitlich durch kurze einschichtige Septen getrennt werden. Diese Septen sind drei Zellen hoch, die mittelste davon erscheint im Querschnitt kleiner als die äusseren, der obigen Parenchymlage angehörenden. Die Längsgänge werden hie und da durch perforirte zarte Querdiaphragmen gefächert.

Chorophyll findet sich in grösster Menge in der Epidermis, sparsamer in allen Parenchymzellen.

Zu dieser Gruppe sind ausserdem die *Seegräser* zu rechnen, welche Blätter von ähnlicher Form wie *Vallisneria*, aber von bedeutend festerem Gefüge und sogar mit Bastrippen versehen besitzen, weil sie an ihrem Wohnort von den Bewegungen des Wassers weit mehr zu leiden haben, als die letztere.

Bei ***Zostera marina***[2]) wird das bis 3 dem lange Blatt von 7 oder 9 an der Spitze mit bogenförmiger Anastomose endigenden Parallelnerven durchzogen, von denen der mediane sich über dieselbe noch etwas fortsetzt. In der Lamina zwischen den Nerven sieht man in gleichmässigen Abständen und gleicher Ausbildung Luftcanäle der Länge nach verlaufen, welche von einschichtigen Längsscheidewänden getrennt werden, sowie durch zarte Quersepten hie und da gefächert erscheinen, also eine ganz analoge und zugleich streng isolaterale Anordnung der constituirenden Elemente wie bei *Vallisneria*.

Zu äusserst wird das Batt (Fig. 21) von der Epidermis überzogen, welche aus kleinen, in Längsreihen übereinander liegenden Zellen mit stark verdickter Aussenwandung und deutlicher Cuticula bestehen.

[1]) Vergleiche auch J. Fr. Müller p. 39—41 u. Taf. II.

[2]) Vergl. Grönland, Tafel IV. Fig. 4, Abb. des Querschnitts durch den Blattrand. Beschreibung sehr unvollständig. — Duchartre, Bull. soc. bot. France 1872 pg. 293—295. — Areschoug, pg. 200 ff. Tfl. IV, Fig. 4. — Falkenberg, pg. 23 ff.

Von oben gesehen erscheinen diese Zellen von fast cubischer Form, nach der Blattbasis zu werden sie länger. Sie sind mit Chlorophyll dicht angefüllt, welches fast gänzlich dem inneren Gewebe mangelt. Unter der Epidermis folgt oben und unten wie bei *Vallisneria* eine geschlossene Lage grosszelligen Parenchyms, welche mit der Epidermis die äussere Umhüllung des Blattes abgibt. Die weitere Anordnung der Elemente tritt sofort klar im Querschnitt entgegen. Da, wo ein Nerv verläuft, verbinden sich obere und untere Rinde durch eine dicke mehrschichtige Parenchymlängswand, in welcher das Leitbündel eingeschlossen wird. Zwischen zwei benachbarten Blattnervenwänden durchziehen 6—10 gleichgestaltete, im Querschnitt aufrecht ovale Längscanäle die Lamina. Dieselben treten oben und unten bis an die subepidermale Lage und werden seitlich von einschichtigen etwa 6—8 Zellen hohen Parenchymsepten getrennt, die im Querschnitt wie Brücken zwischen oberer und unterer Rinde aussehen.

Das Blatt von *Zostera marina* umschliesst ausserdem noch zahlreiche Bastbündel, die meisten davon subepidermal oder marginal, die übrigen viel geringer an Zahl und Ausbildung begleiten die Leitbündel. Diese Bastbündel verleihen dem Blatte die nöthige Zugfestigkeit, während die charakteristische I-Träger artige Gestaltung der Parenchymlängswände sehr zur Erreichung der Druck- und Biegungsfestigkeit beiträgt.

Die Blattleitbündel sind collateral gebaut und haben denselben Bau wie die Blattleitbündel der *Potamogetonen*, nach oben einen Xylemtheil mit lysigenem Gang, nach unten einen grossen Phloëmtheil.

Zostera nana hat einen ganz analogen Blattbau, nur viel kleinere Blätter mit nur 3 Nerven, einem medianen und 2 seitlichen schwächeren. Jederseits verlaufen zwischen dem mittleren und dem seitlichen Strang nur 3 Längscanäle, im Ganzen also 6. Ferner sind die Bastbündel weniger zahlreich und alle subepidermal. Sie folgen den beiden Blatträndern und entfernen sich nicht weit von denselben.

Auch ***Cymodocea aequorea*** (Phucagrostis major Cav.)[1]) folgt dem gleichen Typus des Blattbaues wie *Zostera*. Unterschiede ergeben sich im Wesentlichen nur aus der besonderen Structur der Scheidewände, welche die Blattleitbündel enthalten, indem das Parenchym derselben über und unter den letzteren sich zur Bildung von Septallacunen in einschichtige Septen spaltet, welche im Querschnitt das Aussehen von Strahlen, welche von dem Centrum der Scheidewand gegen die subepidermale Parenchymschicht führen, gewähren. Im Medianus entwickeln sich oben und unten je 3 Septallacunen, also je 4 Septen, in den übrigen Blattrippen nur je 2 Lacunen, also 3 Septen. Zwischen den leitbündelführenden Scheidewänden befinden sich nur 2 primäre, grosse Lacunen, welche bis an die Rinde gehen und der Länge nach von einer einschichtigen Wand getrennt sind, wie bei *Zostera* die 6—10 Lacunen zwischen den Rippen. Zwischen dem Randnerven und dem nächstinnern verläuft nur 1 grosse Lacune. Die Bastbündel sind alle subepidermal, abgesehen vom Randbündel, das von der Epidermis durch eine Parenchymzellreihe getrennt ist. Die Anordnung der Bastbündel ist eine regelmässige. Sie finden sich zu je einem am Ende des mittleren Septums der Septallacunen in den Seitenrippen, in der Mittelrippe an den Enden der beiden mittleren Septen der Septallacunen. Blattbündel sind im Ganzen 9 vorhanden, mithin 18 Bastbündel.

---

[1]) Vergl. Bornet, pg. 43. — Duchartre, Bull. soc. bot. France 1872, pg. 299.

5. Als letzte Gruppe mögen die Blattstructuren der breitspreitigen, grossblätterigen ***Potamogeton***-Arten und im Anschluss daran einiger Arten mit schmalen lincalen Blättern betrachtet werden. Diese ersteren *Potamogetonen* wie *P. perfoliatus*, *crispus*, *nitens*, *densus* etc. weichen durch die Gestalt des Laubes sehr von den übrigen submersen und zerschlitztblättrigen Gewächsen ab, treffen aber doch Einrichtungen, um ihre dünne Blattlamina gegen nachtheilige Einwirkungen des bewegten Wassers zu schützen; sie bilden keine Blattstiele aus, sondern sitzen mehr oder weniger stengelumfassend der Axe an, falten sich gewöhnlich der Länge nach zusammen und kräuseln ihren Blattrand. Ferner sind die Rippen, zwischen denen die zarthäutige Lamina ausgespannt ist, ziemlich dick und enthalten auch Bastfasern als mechanische Elemente, während die übrigen submersen Blätter mit Ausnahme der im Meere lebenden Seegräser solcher entbehren.

Potamogeton densus hat eilanzettliche, fast stengelumfassende Blätter, welche von einem Mediannerven und jederseits zwei Seitennerven, die unter einander durch sparsame Queräste anastomosiren, durchzogen werden. Die zwischen diesen Rippen ausgebreitete zarte Lamina besteht nur aus drei Schichten und diese verhalten sich bezüglich der Ausbildung ihrer Zellen ziemlich gleich; nur ist die obere Epidermis etwas grosszelliger (Fig. 22 c). Die Epidermiszellen sind von der Fläche gesehen polygonal und gradwandig (Fig. 22 d u. e), haben sehr dünne und zarte Wandungen, eine dünne Cuticula und entwickeln nie Spaltöffnungen. Alle Laminazellen enthalten vorzugsweise an den breiteren Tangentialwänden gelagerte Chlorophyllkörner. Ferner grenzen die Zellen der Mittelschicht nicht geschlossen an die Epidermis, sondern lassen sehr kleine, aber die ganze Spreite an den Zellkanten durchziehende Intercellulargänge zwischen sich frei. Die dicken Blattrippen werden von Leitbündeln durchzogen, welche mit denen des Stengels bezüglich der Ausbildung der einzelnen Elemente übereinstimmen (Fig. 22 c). Nach oben und unten legen sich einige mechanische Fasern an das Leitbündel, in den Seitenbündeln gewöhnlich nur eine einzige, in den Medianen bis 8. Doch bilden sich die Fasern nicht immer auf beiden Seiten aus.

Die Blattrippen verdanken ihre Dicke der grösseren Entwickelung des Parenchyms mit seinen Längsluftcanälen. Das mediane Bündel wird von einer doppelten Parenchymscheide umgeben, welche oben direct an die Epidermis sich anlegt; nach unten aber befinden sich mehrere im Bogen gestellte und durch einschichtige Septen getrennte Luftgänge (Fig. 22 a), die bis an die Epidermis treten. Einige kleinere Gänge finden sich noch beiderseits oben neben dem Leitbündel. Die Gänge werden durch zarte Quersepten gefächert. Die Seitenbündel sind viel einfacher gebaut und werden rechts und links nur von je einem Luftgang begleitet.

Die anderen breitblättrigen Arten ***P. nitens, perfoliatus, crispus*** etc. besitzen im Wesentlichen genau dieselbe Structur wie *P. densus*. Unterschiede ergeben sich abgesehen von der äusseren Blattform nur aus der Anzahl der Seitennerven, welche namentlich bei *P. perfoliatus* eine grosse ist (jederseits etwa 8), aus der grösseren oder geringeren Entfaltung der mechanischen Fasern im Umkreise der Leitbündel, aus der Gestaltung und Vertheilung der Luftgänge in den Rippen. Bei den obigen 3 Arten werden wenigstens in den grösseren Rippen die Bündel ringsum von einem Kreis solcher Luftgänge umgeben, an welche sich noch jederseits bis zum Beginn der dreischichtigen Lamina 1—2 Seitengänge anlegen.

Die einzelnen Blattgewebselemente der grossblättrigen *Potamogetonen* zeigen, wie aus Obigem hervorgeht, also auch die allgemeinen Eigenschaften der Structur der submersen Blätter überhaupt.

Im Anschluss an die breitblättrigen *Potamogetonen* sollen hier als Vertreter der Arten mit schmalem linealem Laub *Pot. pusillus* und *Pot. acutifolius* betrachtet werden, welche sich im Blattbau den ersteren nähern, indem die Lamina ebenfalls nur aus 3 Schichten, oberer und unterer Epidermis, sowie mittlerer Parenchymlage, alle 3 aus ähnlich gestalteten Zellen bestehend, zusammengesetzt erscheint.

Die zarten schmalen Blätter des ***Potamogeton pusillus*** werden von einer stark entwickelten Mittelrippe durchzogen, in deren Parenchym das Leitbündel verläuft. Ueber und unter demselben ziehen sich einige kleine Intercellulargänge und beiderseits zwei nebeneinander gelagerte und durch einschichtige Septen getrennte grössere Gänge der Länge nach hin. An die Mittelrippe stösst nun jederseits ziemlich scharf abgesetzt die dünne dreischichtige Lamina, welche jederseits in der Mitte noch von einem schwachen Seitenbündel und dicht am Rande von einer dünnen Bastrippe durchlaufen wird. Chlorophyll ist in allen 3 Schichten gleichmässig vorhanden. Stomata fehlen gänzlich.

Das schmallineale und zugespitzte Blatt von ***Potamogeton acutifolius*** hat ebenfalls ein medianes und jederseits ein seitliches kleineres Leitbündel, doch treten beide kaum hervor. Zu beiden Seiten des medianen Bündels läuft je ein enger Intercellulargang. Das Parenchym vermehrt sich dort nicht, so dass die Mittelrippe nach aussen nur sehr schwach hervortritt. Die Lamina besteht wie bei den anderen Arten aus 3 Schichten. Höchst eigenthümlich ist an dem Blatte dieser Species, dass das mechanische System sich ausnahmsweise stark entwickelt. Sowohl über und unter den Leitbündeln, besonders an der Unterseite bilden sich starke Bastschienen aus (Fig. 23). In der Lamina selbst verlaufen jederseits 6 subepidermale starke Bastrippen gleichmässig über die Spreite vertheilt und der Blattrand wird unter der Epidermis noch von einem besonders starken Bündel mechanischer Zellen gefestigt. Dieses Auftreten von Bastrippen ist ein ganz exceptionelles und dürfte nicht leicht seine Erklärung finden.

Potamogeton pectinatus wurde schon oben erwähnt, er entspricht in seinem Bau ungefähr der Mittelrippe der breiteren Arten und weicht in dem Mangel der dreischichtigen Lamina von diesen bedeutend ab.

Im Wesentlichen wäre damit die Zusammenstellung der Blattstructuren der submersen Gewächse beendigt. Es erübrigt noch zu bemerken, dass die nicht erwähnten Arten, soweit aus vereinzelten Notizen in der Litteratur sich ergibt und auch a priori zu schliessen ist, sich der einen oder anderen Form anschliessen lassen werden. Jedenfalls genügen die angeführten Beispiele vollständig, um die Eingangs dargelegten allgemeinen Gesichtspunkte abzuleiten.

2. Abschnitt.

Die Stammstructur der submersen Gewächse.

Vergleicht man den Stamm der submersen Gewächse mit demjenigen typischer Landpflanzen bezüglich der Structur und der Anordnung der ihn zusammensetzenden Gewebe, so ergeben sich bedeutsame Unterschiede, welche ihre letzte Ursache in der Verschiedenheit der Medien finden und hauptsächlich durch die verschiedenen mechanischen Anforderungen an die Festigkeit des Stengels und durch die verschiedene Art der Nährstoffaufnahme bei Vegetation unter Wasser oder an der Luft hervorgerufen werden. Die Vertreter der submersen Flora sind zum geringsten Theile solche, welche mit gestauchter Achse am Boden vegetiren und aus dieser ein Büschel von langen schmallinealen Blättern erzeugen (*Vallisneria* etc.), zum weitaus grösseren Theile aber solche, welche gestreckte, verzweigte, dünne Stengel besitzen, die entweder frei und wurzellos im Wasser schwimmen (*Utricularia*, *Aldrovandia*, *Ceratophyllum*) oder am Boden aus den unteren, rhizomartigen Stengelgliedern Wurzeln treiben und sich anheften, im Uebrigen aber frei fluthen (*Myriophyllum*, *Potamogeton* etc.). Der kurze dicke Stamm der ersteren zeigt keine besondere mechanische Construction, wohl aber derjenige der letzteren, welcher im Gegensatz zu dem aufrecht wachsenden und zum Tragen des Astwerks und des Laubes biegungsfest construirten Landpflanzenstengel wesentlich zugfest beschaffen sein muss. Die submers schwimmende oder fluthende Pflanze wird passiv infolge der grösseren Dichte des Wassers und des Auftriebs der in den Intercellularräumen enthaltenen Luft in der zum Lichte günstigsten Lage gehalten. So kommt es, dass die Aeste gleiche Ausbildung wie die Hauptaxe erlangen, denn letztere braucht nicht stärker und dicker construirt zu werden, um das Gewicht der ersteren zu tragen. Die nöthige Zugfestigkeit wird nun bei diesen fluthenden und schwimmenden Stengeln dadurch erreicht, dass die langgestreckten Elemente, die Leitbündel nach der Axe hin zusammengerückt werden und daselbst zu einem axilen Leitbündelstrang mehr oder minder innig verschmelzen, nach Analogie zu dem axilen Strang der Wurzeln, welche ebenfalls zugfest gebaut sein müssen.

Aus der Vegetationsweise der submersen Gewächse begreift sich ferner der Mangel des secundären Dickenwachsthums. Haupt- und Nebenaxen gestalten sich gleichartig und wachsen ausserdem, sich verzweigend, an den Spitzen ziemlich rasch vorwärts, während von hinten die Pflanze beständig, in dem einen Falle schneller, in dem andern langsamer, abstirbt und auf diese Weise einen Stock von Tochterindividuen

erzeugt. Auf welche Ursachen diese beständige Verjüngung der ganzen Pflanze zurückgeführt werden muss, ist noch unentschieden [1]). Ein Cambium lässt sich in den wenigsten Leitbündeln erkennen und wo es auftritt, stellt es sehr bald seine Thätigkeit ein.

Die Gewebe, aus denen der Stamm sich aufbaut, sollen im Folgenden einer gesonderten Darstellung unterworfen werden.

1. Leitbündel.

Wie schon erwähnt, verschmelzen die Leitbündel der submersen Gewächse bei den Formen mit langgestreckten Stengeln zu axilen Strängen sowohl bei den dicotylen, als auch bei den monocotylen Vertretern. Der Grad der Verschmelzung ist freilich je nach dem Grade der Anpassung ein verschiedener. Bei einigen lässt sich noch scharf die Zusammensetzung des Stranges aus einzelnen Leitbündeln, stammeigenen und blattspurigen, erkennen; in den Endgliedern der Anpassungsreihe dagegen stellt der Strang ein einfaches, concentrisches Gebilde vor, welches nur in phylogenetischem Sinne aus der Verschmelzung von Einzelbündeln hervorgegangen zu erachten ist. Eine merkwürdige Ausnahme machen allein die submersen Arten von *Ranunculus*, deren Leitbündel nicht zusammenrücken, sondern frei im Parenchym verlaufen.

Die Vereinfachung der Nährstoffaufnahme unter Wasser führt eine Reduction der die Bündel zusammensetzenden Elemente, in erster Linie des Xylems herbei. Dass die Rückbildung nicht die Verschmelzung der Einzelbündel zu dem axilen Strang veranlasst hat, diese vielmehr wesentlich als eine mechanische Anforderung der submersen Lebensweise aufzufassen ist, ergiebt sich durch den Vergleich mit dem Stengel der *Saprophyten* [2]) und *chlorophyllfreien Parasiten*. Auch bei diesen Gewächsen spielen sich die physiologischen Processe zum Theil anders ab, als bei den grünen Landpflanzen. Mit der Herabsetzung der Transpiration ist die Reduction der Gefässe begleitet, so dass die Leitbündelelemente manches Uebereinstimmende mit denen der Wasserpflanzen trotz der verschiedenen Lebensweise erlangen. Aber die einfachen Leitbündel des Saprophytenstengels behalten ihre ererbte Situation, sie rücken nicht zu axilen Strängen zusammen.

Caspary [3]) hat die Ansicht ausgesprochen, dass die centralen Stränge bei den *Hydrilleen*, bei *Aldrovandia*, bei den *Najadeen* einfache Bündel seien. Sanio [4]) dagegen brachte zuerst den phylogenetischen Gesichtspunkt in die Deutung dieser Gebilde; er sagt, dass die centralen Stränge der erwähnten Wasserpflanzen nicht einfache Bündel, sondern ein dem Verdickungsring analoges Gewebe vorstellen, dass also mit anderen Worten diese Bündel nicht einem Gefässbündel, sondern dem ganzen Bündelsystem, welches

---

[1]) Für das baldige Absterben der unteren Stengelglieder und Blätter und die stetige Erneuerung der submersen Pflanze scheint mir von grossem Einfluss der Umstand zu sein, dass sich auf ersteren sehr bald eine dichte Vegetation von epiphytischen Algen, Diatomeen etc., sowie Pilze und niedere Thiere ansiedeln, welche die Organe in ihren Functionen behindern, ihre Widerstandsfähigkeit abschwächen und die Fäulniss beschleunigen, so dass dadurch die Pflanze gezwungen wird, sich beständig an den Spitzen der Aeste zu erneuern.

[2]) Vergl. beispielsweise Fr. Johow: Die chlorophyllfreien Humusbewohner West-Indiens. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. XVI. Berlin 1885.

[3]) Caspary, Pringsheims Jahrb. IV. p. 114 u. ff.

[4]) Sanio, Bot. Ztg. 1863. p. 409 u. Bot. Ztg. 1865 p. 184.

sich sonst aus dem Verdickungsring bildet, entspreehen, mit dem Unterschiede, dass hier die Sonderung in Cambiumbündel und Zwischengewebe ausgeblieben.“ In ähnlieher Weise fasst auch Russow[1]) die axilen Leitbündel in den Stengeln dieotyler und monocotyler Wasserpflanzen als ein „eontrahirtes Leitbündelsystem“ auf. „Wenn man mit den in der Axe zusammengedrängten, von einer gemeinsamen Scheide umgebenen Leitbündeln im Stengel der *Potamogeton*-Arten und in den Ausläufern von *Hydrocharis Morsus Ranae* die axilen, als einfache Leitbündel erseheinenden Stränge der *Najadeen*, *Hydrillen*, oder auch die Axenstränge von *Hippuris*, *Myriophyllum*, *Hottonia* vergleicht, so kann man nieht umhin, diese Ansieht für die richtige anzuerkennen. Bei *Hydrocharis* und den dünnstengeligen *Potamogeton*-Arten sind die einzelnen Leitbündel einander so nahe gerückt, dass es erst nach einer längeren sorgfältigen Prüfung und Vergleichung mit den diekstengeligen *Potamogeton*-Arten gelingt, die einzelnen, durch sehmale Grundgewebsplatten von einander getrennten Leitbündel zu unterseheiden. Denken wir uns diese schmalen Grundgewebelamellen fort, so kommt ein Leitbündel zu Stande, wie wir es bei *Cymodocea*, *Najas* und *Elodea* finden. Bei *Vallisneria* und *Lemna* ist die Contraction durch Sehwinden von Leitbündelelementen noeh weiter vorgesehritten; jedenfalls repräsentirt aber hier der winzige, schliesslieh nur aus lang gestreckten parenehymatisehen Zellen, Leitzellen, bestehende Strang das ganze Leitbündelsystem.

Vom Standpunkt der Deseendenztheorie ist diese Auffassung die natürliehste und diejenige, welehe sieh allgemeinen Eingang versehafft hat.

Die Leitbündel besitzen bei den versehiedenen Vertretern der submersen Flora durchaus nieht dieselbe Structur ihrer Elemente. Es muss berücksiehtigt werden, dass die Anpassung in dem einen Fall weiter vorgesehritten sein kann, als in dem anderen. Wir unterseheiden solehe Gewäehse, welehe ausseliesslieh submers vegetiren und fruetificiren, solehe, welehe nur auf kurze Zeit ihre Blüthen zur Bestäubung aus dem Wasser hervortauchen und solehe, welehe sieh mehr amphibiseh verhalten, Schwimmblätter entwickeln können oder aueh Landformen zu bilden im Stande sind, also eine grössere Plastieität sieh bewahrt haben. Erstere zeigen dementspreehend aueh die weitgehendste Umgestaltung in der Struetur, letztere dagegen mehr die von den Landpflanzen ererbten Eigenthümlichkeiten in der Ausbildung der Leitbündelelemente, obwohl bei ihnen eine ganz entsehiedene Tendenz, sieh den ersteren zu nähern, zu Tage tritt.

Wohin diese Tendenz schliesslieh geführt hat, erkennen wir in der einfachen Struetur beispielsweise des axilen Stranges von *Zannichellia*. Derselbe ist genau eoncentriseh gebaut, besitzt in der Mitte einen mit Flüssigkeit erfüllten Längscanal, welcher dureh Resorption ursprünglich am Stammscheitel angelegter, aber transitorischer Ringgefässe, der einzigen Gefässe des gesammten Bündels überhaupt, entsteht und von einer Sehicht zartwandiger langgestreekter Elemente umgeben wird. Nach aussen lagert sieh an letztere bis zur schwach ausgeprägten Sehutzscheide reiehend eine Ringzone von zartwandigem aber wohl differenzirtem Phloëm, bestehend aus Siebröhren mit ihren Geleitzellen und dazwischen zartwandiges Phloëmparenehym. Die den Canal zunächst umgebenden Zellen müssen wir als Holzparenehym bezeichnen, welehes mit dem ersteren zusammen den Holztheil des concentrischen Stranges vorstellt. Uebrigens ist zu bemerken, dass eine scharfe Abgrenzung von Holztheil und Phloëmzone kaum möglieh ist, weil Phloëmparenehym und Holzparenchym gleiche Differenzirung zeigen und unmittelbar aneinander

[1]) Russow p. 62.

stossen. Wie ist dieser einfach gebaute Strang zu Stande gekommen? Wir müssen ihn für homolog erachten dem gesammten System von isolirten Leitbündeln der typischen monocotylen Landpflanze. Im Laufe der phylogenetischen Entwicklung rückten infolge immer weiter gehender Anpassung der Structur an die Lebensweise der Pflanze unter Wasser diese Leitbündel bei gleichzeitiger Reduction des Xylems nach der Axe zusammen zu einem gemeinsamen Strang, in welchem die Xylemtheile nach und nach zu einem einzigen axilen Körper verschmolzen, während die Phloëmtheile ihre normale Lage nach aussen beibehaltend, zu einer Ringzone sich vereinigten.

Dass die einfach erscheinenden, axilen Stränge in der That diese phylogenetische Entwicklung zurückgelegt haben, lehrt ein Vergleich mit den höher differenzirten derjenigen Vertreter der submersen Flora, welche noch am meisten die Structur des Stammes der Landpflanzen beibehalten haben. Bei *Potamogeton perfoliatus* sind im axilen Leitbündelkörper die einzelnen Leitbündel noch scharf durch wohl entwickeltes Markgrundgewebe gesondert.

Zwischen beiden Extremen können wir je nach dem Grade der Anpassung, der Reduction der Elemente, des Schwindens des Markgrundgewebes, die übrigen Vertreter in eine Uebergangsreihe einordnen, und zwar nicht nur die Monocotylen, sondern auch die Dicotylen, deren Endglieder den gleichen concentrischen Bau schliesslich erlangen, wie *Zannichellia* unter den ersteren.

Die Verschmelzung der Bündel tritt wohlverstanden nur bei den langstengeligen fluthenden Formen ein, in viel geringeren Grade oder gar nicht dagegen bei denen, welche mit gestauchten, auch wohl ausläufertreibenden Axen Bodenlauben bilden, weil hier auf Zugfestigkeit kein so grosses Gewicht gelegt zu werden braucht. So sind bei *Vallisneria* die Bündel alle isolirt, zeigen aber in der Differenzirung der Elemente die weitgehendste Anpassung.

Beim Vergleich der Leitbündel der submersen Pflanzen mit denen typischer Landpflanzen constatiren wir als auffallendsten Unterschied bei ersteren die Reduction der Gefässbildung. Schon wenn Landpflanzen oder amphibische Gewächse gezwungen werden, unter Wasser zu vegetiren, so ist die Abnahme der Gefässe ein allgemeines Ergebniss [1]), welches sich aus ihrer Function begreift. Bei den Landpflanzen sind die Gefässe die Wasserleitungsbahnen, in welchen sich der Transpirationsstrom und in diesem die zur Assimilation nothwendigen anorganischen Salze von der Wurzel zu den Blättern aufwärts bewegt. Die submersen Gewächse nehmen ihren Bedarf an Nährstoffen dagegen mittelst Diffusion direct aus dem Medium auf [2]) und machen somit die Ausbildung von Gefässen wie auch von Spaltöffnungen überflüssig. Dementsprechend ist die Zahl der Gefässe in ihren Leitbündeln eine minimale, sie ist am grössten noch bei solchen, welche leicht Landformen bilden, oder ihre Inflorescenzaxe zur Bestäubung der Blüthen eine Zeit lang über die Oberfläche an die Luft erheben oder Schwimmblätter bilden, indess bei anderen jegliche Gefässbildung unterbleibt. Nicht nur wird die Zahl der Gefässe eine geringere, auch die Differenzirung derselben eine einfachere [3]), so dass bei den meisten nur noch Ringgefässe zur Ausbildung gelangen.

---

[1]) Vergl. Costantin, Ann. sc. nat. 1884. p. 293 ff. [Peplis, Nasturtium, Vicia sativa, Ricinus, Phaseolus etc.] — Schenck, Ber. deutsch. bot. Ges. 1885. p. 481. Tfl. XIV. [Cardamine.]

[2]) Vergl. Abschnitt I. p. 6.

[3]) Vergl. Caspary, Gefässbündel der Pfl.

Eine ziemlich allgemeine Erscheinung in den Leitbündeln der submersen Pflanzen, besonders der *Monocotylen*, ist die Thatsache, dass ursprünglich unter dem Vegetationspunkt im Procambiumstrang angelegte Ring- und Spiralgefässe oder Gruppen solcher später bei der Streckung der Internodien durch Resorption der Quer- und auch Längswände sich in einen mit Flüssigkeit erfüllten Gang umwandeln, in welchem hier und da die Verdickungen, einzelne Ringe oder kurze Spiralen, der Wandung anhaftend, noch erhalten bleiben.[1]) Das ausgebildete Leitbündel besitzt dann keine Gefässe mehr; nur in den Knoten, wo die Streckung unterbleibt, sieht man in der Regel noch die Reste der ursprünglichen Gefässe. Es fragt sich, ob diese Gänge die Function der Zuleitung von Wasser und Salzen zu dem Gewebe des Vegetationsscheitels und der wachsenden Region zu erfüllen haben oder ob sie für gewöhnlich von keiner Bedeutung sind, sondern nur die Wasserleitung dann besorgen, wenn die Pflanze ihre Blüthen an die Luft erhebt, oder wenn sie Schwimmblätter bildet, oder bei sinkendem Wasserspiegel an ihren Sprossenden in die Landform übergeht. Diese Frage lässt sich aus dem anatomischen Befund allein nicht entscheiden. Die lysigenen Gänge sind mit Flüssigkeit erfüllt, welche zuweilen in älteren Internodien bräunlich gefärbt erscheint (*Elodea*, *Potamogeton*), so dass es den Anschein hat, als ob die Gänge als Excretbehälter fungirten.

Die transitorischen Gefässe, welche zu einem Gang resorbirt werden, sind in der Regel Ring- und Schraubengefässe. Bei *Elodea* erscheinen indessen diese Gefässe insofern schon reducirt, als es meist nicht mehr zur Ausbildung von vollständigen Ringen, sondern nur von Ringstücken kommt. Bei *Ceratophyllum*, *Najas* und Anderen bemerken wir ebenfalls axile Gänge, aber hier sind es keine Gefässe oder Gefässzellen mehr, aus denen sie entstehen, sondern unverdickte Procambiumzellen, welche als Gefässanlagen zu betrachten sind, deren Querwände aber noch vor Eintritt irgend welcher Verdickungen schon resorbirt werden. Der nähere Vorgang der Resorption, im Besonderen der Träger der Resorptionswirkung, ist uns noch unbekannt.

Holzparenchym ist in allen Fällen vorhanden, wenn auch von sehr einfacher Ausbildung; es umgibt die Gefässe bezw. die aus ihnen hervorgehenden Gänge in Form zartwandiger unverholzter gestreckter Zellen, deren Zahl in den Endgliedern der Reihe eine sehr geringe entsprechend der geringen Gefässbildung wird.

Während der Holztheil der Leitbündel somit eine weitgehende Reduction aufzuweisen hat und schliesslich nur auf eine kleine Gruppe von Elementen beschränkt erscheint, kann von einer Rückbildung des Siebtheiles dagegen nicht gesprochen werden. Sowohl bei denjenigen Vertretern, deren Leitbündel noch gesondert sind, als bei denjenigen mit einfachem axilen Strang, in welchem er als Ringzone entwickelt ist, zeigt der Siebtheil seine typische Differenzirung in Siebröhren nebst ihren Geleitzellen (K. Wilhelm) und in Phloëmparenchym[2]), welches zwischen den ersteren in Form langgestreckter, zartwandiger Zellen gelagert ist. Die Siebröhren sind meist wohl entwickelt und springen auf Querschnitten durch ihr weites Lumen und die Form der Wände in die Augen (vergl. Fig. 35, *Potamogeton perfoliatus*);

[1]) Vergl. auch Frank, p. 130 ff.

[2]) Phloëmparenchym und Geleitzellen wurden früher (De Bary, p. 336) als Cambiform bezeichnet, welchen Ausdruck man nach Ausscheidung der Geleitzellen auf das Phloëmparenchym bezieht. Ich wähle den Ausdruck Phloëmparenchym (entsprechend Holzparenchym) weil bisher unter Cambiform sehr verschiedene Dinge verstanden worden sind.

auf Längsschnitten erkennt man die Siebplatten und die in deren Nähe auftretenden winzigen Stärkekörnchen besonders deutlich bei Zusatz von Jodlösung, erstere auch nach Färbung mit Corallin. Das Phloëmparenchym ist zartwandig und da seine Elemente den Holzparenchymzellen in den Strängen der submersen Gewächse meist gleichgestaltet erscheinen, so ist, weil beide unmittelbar aneinanderstossen, eine scharfe Abgrenzung zwischen Xylem und Phloëm in den meisten Fällen nicht möglich.

Das Phloëm gibt in den einfachen, concentrischen Strängen den Hauptbestandtheil ab im Gegensatz zu dem reducirten, axil stehenden Xylem und zeigt dadurch, sowie durch seine deutliche Differenzirung an, dass seine Function bei den submersen Gewächsen keineswegs überflüssig geworden ist.

Man hat für die einfach gebauten Leitbündel von *Aldrovandia*, *Najas*, *Vallisneria* etc. bisher angenommen, dass sie abgesehen von den lysigenen Gängen aus lauter gleichartigen Elementen, nämlich zartwandigen langgestreckten mit horizontalen oder schiefen Querwänden versehenen Zellen zusammengesetzt seien. Caspary[1]) führte für diese Zellen die Bezeichnung „Leitzellen, cellulae conductrices“, in seiner Arbeit über die Hydrilleen ein, weil er fand, dass sie mit Proteïnstoffen dicht erfüllt sind, und glaubte, ihnen die Function der Leitung derselben zusprechen zu müssen. Später wurden die Caspary'schen Leitzellen „Cambiform“ genannt, ein Ausdruck, welcher vielfach von den Autoren[2]), welche sich mit der Structur der submersen Pflanzen befassten, angenommen wurde und von Naegeli[3]) herrührt, der darunter ein Procambium versteht, welches ohne zu Xylem oder Phloëm zu werden, in den Dauerzustand übergegangen ist. Da sich indessen für die sogenannten Cambiformstränge bei genauerer Untersuchung herausstellt, dass überall Siebröhren vorhanden sind, so muss die Bezeichnung Leitzellen oder Cambiform für die einfachen Stränge der submersen Pflanzen fallen gelassen werden. Ich halte es für sehr unwahrscheinlich, dass unter den Leitbündeln der submersen Gewächse solche mit gänzlich fehlenden Siebröhren anzutreffen sind. Um so weniger ist in diesen Leitbündeln eine Reduction der Siebröhren zu erwarten, als letztere in der Reihe der Gewächse zuerst gerade bei im Wasser lebenden Pflanzen, gewissen Seetangen, zur Differenzirung gelangen.

Bei manchen dicotylen und monocotylen Vertretern der submersen Flora treffen wir im axilen Strang noch ein wohl entwickeltes Mark an. Die Verschmelzung der Bündel ist also hier noch nicht soweit vorgeschritten, dass die Xylemtheile sich in der Axe vereinigen, wie es bei der Mehrzahl in der That der Fall ist. Innerhalb der Gattung *Potamogeton* können wir die Reduction des Markgrundgewebes klar verfolgen. Dasselbe schwindet immer mehr und mehr, wird schliesslich zu einer dünnen, die Bündel trennenden Zone, deren Elemente die Tendenz zeigen, sich wie das zartwandige Phloëm- und Holzparenchym auszubilden. Bei den einfachst gebauten Arten endlich erscheint das Mark gänzlich unterdrückt.

Sowohl die dicotylen, als auch die monocotylen Vertreter der submersen Flora lassen sich wie schon erwähnt bezüglich des Baues der Leitbündel in je eine Reihe zusammenstellen, welche mit höher differenzirten Formen beginnt und mit einseitig angepassten und einfach gebauten abschliesst, derart, dass die Endglieder beider Reihen eine fast genau übereinstimmende Structur des axilen Stranges zur Schau tragen, ein Ergebniss, welches in letzter Linie auf dem stets nach einer bestimmten Richtung bei

---

[1]) Caspary, Hydrill. p. 383.

[2]) Beispielsweise von Hegelmaier, Callitr. p. 19.

[3]) Naegeli, p. 4. Vergl. auch Prantl, p. 315.

der phylogenetischen Entwicklung hinwirkenden Einfluss des Mediums beruht. Im Folgenden soll eine derartige Zusammenstellung der Leitbündel versucht und die Structur der letzteren im Einzelnen eingehend dargestellt werden.

α. Reihe der Dicotylen.

Zunächst ist für die dicotylen Vertreter zu bemerken, dass die Verschmelzung der Leitbündel zu einem axilen Strang eine so innige ist, dass die einzelnen Constituenten überhaupt nicht oder kaum noch zu erkennen sind. Eine merkwürdige Ausnahme bilden die Leitbündel von *Ranunculus aquatilis, fluitans* etc., welche frei im Parenchym verlaufen und überhaupt nicht verschmelzen; auf sie soll zum Schluss zurückgekommen werden. Einige Vertreter haben im Inneren des axilen Stranges noch ein deutliches Mark erhalten, welche wir daher an den Anfang unserer Darstellung setzen. Unter denselben sei zunächst erwähnt

Peplis Portula, welche schon einen deutlich ausgeprägten axilen Strang besitzt, in dem die Einzelbündel nicht mehr zu erkennen sind, obwohl die Pflanze amphibisch vegetirend häufiger als Landform denn als submerses Gewächs angetroffen wird. Auf die Schutzscheide folgt (Fig. 24), wenn wir den Querschnitt durch ein Internodium betrachten, zunächst nach innen eine dünne Ringzone zartwandigen Phloëms aus deutlichen, auf dem Längsschnitt bei Behandlung mit Jodlösung sofort scharf hervortretenden Siebröhren, aus deren Geleitzellen und aus zartem Phloëmparenchym bestehend, sodann ein Ring von Xylem, welcher sich in regelmässiger Weise aus kurzen, radialen Gefässreihen, die je durch eine radiale Reihe zartwandigen Holzparenchyms getrennt werden, zusammensetzt. Man bemerkt leicht, dass nach zwei gegenüberliegenden, den Blättern zugewandten Seiten die Gefässbildung am reichlichsten vor sich gegangen ist, so dass man zwei bogenförmig zusammenschliessende Gruppen von Gefässstrahlen im Ringe unterscheiden kann. Die Gefässe bilden sich von innen nach aussen, die äusseren sind Netzgefässe. An der Aussenseite des Xylems ist eine Cambiumschicht leicht erkennbar, in welcher man angelegte Gefässe erblickt. Doch hat diese Schicht nach der Streckung der Internodien wohl kaum noch Bedeutung, wie denn allgemein bei Wasserpflanzen das Cambium seine Thätigkeit bald einstellt oder überhaupt nicht nach der Differenzirung des Procambiumstranges sich ausbildet. Merkwürdiger Weise folgt nach innen von der Xylemzone bei *Peplis* eine zweite Phloëmringzone, der äusseren gleich gestaltet, in welcher auf Längsschnitten die Siebröhren ebenfalls leicht zu erkennen sind. *Peplis* leitet sich also von Formen mit bicollateralen Gefässbündeln[1]) ab. Im Innern wird der Strang ausgefüllt mit einem besonders bei der Landform wohl entwickelten Mark, welches bei derselben aus weitlumigen, abgerundeten Elementen mit Intercellulargängen besteht und Kalkoxalatdrusen, wie deren auch in dem Rindenparenchym zerstreut vorkommen, führt. In der Wasserform ist das Mark nicht so scharf charakterisirt, indem seine Zellen dicht ohne Bildung von Intercellulargängen zusammenschliessen und auch keine Drusen oxalsauren Kalkes zu bilden scheinen. Sie lassen sich nach aussen zu auch nicht mehr scharf von den der inneren Siebzone angehörigen parenchymatischen Elementen trennen.

[1]) Nach Russow, p. 66, besitzen die Lythrarien allgemein bicollaterale Leitbündel, ebenso auch Trapa und die übrigen Onagrarieen. — Solche Bündel auch nach De Bary, p. 352, bei manchen anderen dicotylen Familien. (Myrtaceen, Melastomaceen, Cichoriaceen, Solaneen, Cucurbita etc.).

In der Wasserform sind die Gefässe an Zahl geringer, sowie auch der ganze Strang im Verhältniss dünner.

An *Peplis* reiht sich abgesehen davon, dass der innere Phloëmring fehlt, ohne Weiteres *Elatine* [1]).

Bei ***Elatine Alsinastrum*** [2]) folgt auf die Schutzscheide zunächst wieder die zarte Phloëmzone, dann der Gefässring, dessen Gefässe aber nicht so regelmässig in kurze, radiale Reihen angeordnet erscheinen (Fig. 25). Die einzelnen Gefässe werden von zartwandigem Holzparenchym umgeben. Im Innern des Stranges hebt sich das Mark durch seine grösseren und weiteren langgestreckten Zellen, welche dicht zusammenschliessen, ab, ohne indessen nach aussen eine scharfe Abgrenzung gegen das zartwandige Holzparenchym zu gestatten, ebenso wenig wie auch die Grenze zwischen Phloëmparenchym und Holzparenchym eine scharfe ist, da ein Cambium im fertigen Stengel nicht zu erkennen ist. Das Mark ist bei *Elatine Alsinastrum* nicht so hoch differenzirt, wie an der Landform von *Peplis*. Am meisten nehmen die centralen Parenchymzellen Markcharakter in den Knoten an, in welchen sie kürzer und weiter sind, nach Müller [3]) sogar kleine Intercellulargänge zwischen sich frei lassen sollen, welche ich an meinem Material jedoch nicht auffinden konnte. Die Abbildung Fig. 25 stellt den Querschnitt durch ein dünnstengeliges, submerses Exemplar dar. Als Sumpfform erwachsen, wird die Pflanze viel dickstengeliger und besitzt einen viel grösseren axilen Strang mit zahlreichen Elementen. Von den Gefässen sind die innersten Ring- oder Schraubengefässe, welche auf Längsschnitten theilweise durch die Streckung auseinander gezerrt erscheinen, die äusseren Netz- und Treppengefässe.

Elatine hydropiper und ***hexandra*** [4]) schliessen sich im Bau des axilen Stranges der vorigen Art an, nur ist das Mark als solches noch weniger charakterisirt, indem auch im Knoten keine Intercellulargänge mehr entwickelt werden und die Zellen desselben von den zwischen den Gefässen befindlichen zartwandigen Holzparenchymzellen kaum verschieden erscheinen.

Müller kommt auf Grund des Verlaufs der Blattspuren in Knoten und der Art der Verbindung derselben mit dem axilen Strang zu der Ansicht, dass der axile Strang von *Elatine* sich allein aus Blattspuren zusammensetzt, welche aber im Internodium nicht mehr verfolgt werden können, weil die Verschmelzung schon eine zu weitgehende ist. Bei den beiden letzten Arten, welche zweizählige Blattwirtel besitzen, gruppiren sich die Gefässe in 2 halbmondförmige Abschnitte, nach den Medianen der Blätter zu dicht unter dem Knoten und deuten also hierdurch die Blattspuren noch an. Bei *Elatine Alsinastrum* mit mehrzähligen Blattwirteln lässt sich Aehnliches erkennen.

Hier scheint sich auch die kleine ***Bulliarda aquatica*** nach Caspary's [5]) Darstellung anzuschliessen. Der axile Gefässstrang ist sehr dünn und zeigt zwei undeutliche Gruppen von Gefässen, welche grösstentheils ringförmige, selten hie und da spiralige Verdickungen haben. Die Gefässe haben nach aussen, zur Seite und zwischen sich zarte, lange Zellen, mit graulichen, feinkörnigen Proteïnstoffen erfüllt. Caspary sagt von denselben: „Obgleich die zwischen den Gefässbündeln befindlichen der Lage nach

---

[1]) Vergl. Müller: Flora 1877, p. 481 ff., Tfl. VII.

[2]) Müller, Tfl. VII fg. 1. Abbildung des axilen Stranges im Querschnitt.

[3]) Müller, p. 485.

[4]) Müller, p. 486.

[5]) Caspary, Bulliarda, p. 76 u. 77. Tfl. VII. Fig. 29.

als Mark zu betrachten sind, zeigen sie im Bau und Inhalt von den nach aussen liegenden keinen Unterschied; Holz, Bast, Mark sind hier blos der Lage, nicht dem Bau nach verschieden.“ Diese zarten langen Zellen nennt er „Leitzellen“. Ohne Zweifel stellt indessen der ausserhalb der Gefässzone befindliche Ring Phloëm vor, in welchem sich sicher Siebröhren nachweisen lassen werden. Die Unterscheidung zwischen Phloëmparenchym, Holzparenchym und Mark scheint allerdings hier nur der Lage nach begründet zu sein, indem Differenzen infolge der weitgehenden Reduction nicht zur Ausbildung gekommen sind.

Utricularia vulgaris [1]) gehört gleichfalls in die Gruppe von Vertretern der submersen Flora, welche im axilen Strang noch ein deutlich differenzirtes Mark entwickeln. Indessen sind die Gefässe, wie ein Blick auf die Abbildung des Querschnitts (Fig. 26) lehrt, äusserst reducirt, nur in sehr geringer Zahl (bis 3) vorhanden und ausserdem zeigt der Strang die einzig stehende Eigenthümlichkeit, dass er dorsiventral angeordnet ist, insofern nämlich, als der Xylemtheil nach der Unterseite des schwimmenden Stämmchens zu ausgebildet erscheint. Auf die Schutzscheide folgt nach innen wie bei allen axilen Strängen zunächst die breite Ringzone von Phloëmgruppen mit deutlichen Siebröhren nebst Geleitzellen, welche sich durch kleineres Lumen abheben und von parenchymatischen Elementen getrennt werden. Der Phloëmring umschliesst einen ziemlich mächtigen Gewebekörper, welcher der Hauptmasse nach aus etwas collenchymatisch verdickten, gestreckten Parenchymzellen mit graden Querwänden und Stärke führend besteht und das Mark repräsentirt. Zwischen dieses Mark und die Phloëmzone schiebt sich nach der Unterseite zu der Xylemtheil ein, aus wenigen persistenten Ringgefässen mit umliegendem dünnwandigem Holzparenchym bestehend. Uebrigens ist auch hier die Abgrenzung von Mark nach aussen zu, von Xylemparenchym und Phloëmparenchym nicht scharf zu ziehen, da diese parenchymatischen Elemente an den Grenzen gleichgestaltet sind. Phylogenetisch könnte man sich die Dorsiventralität des Stranges durch die Annahme erklären, dass der Xylemring des normalen axilen Stanges oben und seitlich allmählich geschwunden ist und dass nur an der Unterseite eine Gruppe sich erhalten hat. Eine Cambiumschicht ist nirgends zu erkennen.

Van Tieghem [2]) hat die Siebröhren nicht gesehen und sagt, dass der ganze Strang abgesehen von den Gefässen, von denen er nur eines in der Mitte gesehen haben will, aus einfachen Leitzellen (Caspary) bestände, eine Ansicht, welche sich bei genauer Betrachtung der Structur nicht mehr halten lässt.

Interessant ist der abweichende Bau der Inflorescenzaxe [3]) sowie der Blüthenstielchen von *Utricularia vulgaris*. Auf die Rinde folgt ein biegungsfester Sklerenchymring aus verdickten Bastfasern, in welchem sehr kleine zarte Phloëmbündel eingesprengt sind. An seiner Innenseite lagern sich mehrere in tangentiale Reihen geordnete Gefässgruppen im Umkreis an. Das Centrum ist ausgefüllt von Mark mit axiler Lacune. Nach van Tieghem trifft man in demselben eine kleine Anzahl von kleinen, aus einigen englumigen, langgestreckten Zellen zusammengesetzten Bündelchen, welche jedenfalls markständige kleine Phloëmgruppen repräsentiren. Die Unterschiede im Bau des submersen Stammes und der an die Luft erhobenen Inflorescenzaxe begreifen sich aus den verschiedenen Anforderungen, welche an beide gestellt werden.

Was den axilen Strang von ***Utricularia minor*** anbetrifft, so ist derselbe wie die ganze Pflanze viel zarter wie bei *vulgaris*, besonders bei den kleineren Formen. Das Mark ist dünnwandiger; im Xylem treffen wir häufig nur ein Gefäss an (Fig. 27), in dickeren Stämmchen auch zwei.

[1]) Vergl. Van Tieghem, Ann. sc. nat. 1868, p. 55 und De Bary, p. 385.

[2]) Van Tieghem, ibid., p. 55.

[3]) Van Tieghem. ibid., p. 57 und Russow. p. 67.

Im Vergleich zu *Peplis* zeichnen sich die *Utricularien* schon durch eine sehr weitgehende Umgestaltung des axilen Stranges entsprechend der ausschliesslich submersen Lebensweise aus.

Zu demselben Ergebniss gelangen wir auch durch die Betrachtung des axilen Stranges der ***Callitriche***-Arten [1]), welche auch in viel höherem Maasse Wasserbewohner sind als *Peplis* und *Elatine*. Der Strang umschliesst in seiner Mitte einige dünnwandige parenchymatische Zellen [2]), welche als ein sehr wenig entwickeltes Mark nach Lage und Form aufzufassen sind (Fig. 28 c. u. 29). Diese Markzellen werden aber in der Regel sehr frühzeitig zu einem axilen Gang resorbirt; in den Landformen scheinen sie sich am ehesten noch zu erhalten, obwohl sie auch hier schon abgerundet und mit Intercellulargängen erscheinen. Der axile Hohlgang wird zunächst umschlossen von einem Xylemring und auf diesen folgt bis zur Schutzscheide ein Phloëmring, beide nur aus sehr wenigen Elementen bestehend und nicht scharf von einander abzugrenzen.

In dem schmalen Xylemring erkennen wir mehrere Gefässe, deren Bildung frühzeitig im Procambiumstrang beginnt. Die beiden ersten Gefässe werden nach Hegelmaier nahe der Mitte des Stranges angelegt derart, dass zwischen ihnen eine oder mehrere dünnwandige Zellen, aus denen das Mark resp. die Markhöhle hervorgeht, liegen bleiben, und derart, dass die beiden ersten Gefässe in die Medianebene des zu dem Internodium gehörigen Blattpaares zu stehen kommen. Von diesen beiden Punkten aus schreitet die Gefässbildung bei der weiteren Differenzirung des Stranges seitlich fort, so dass 2 mehr oder weniger deutliche Gefässgruppen schliesslich zu Stande kommen können; sie erreicht aber keine grosse Bedeutung, da verhältnissmässig nur wenige Gefässe gebildet werden, die meisten in den Stengeln der Landformen (ca 12), die wenigsten bei den Wasserformen. Die zuerst differenzirten Gefässe sind Ring- und Spiralgefässe, welche bei der Streckung zu Grunde gehen und in die Bildung der axilen Höhle zum Theil mit eingehen, in welcher man ihre Reste hier und dort der Wandung anhaftend noch erkennen kann. Die axile Höhle wird von fertigen Gefässen und zwischen diesen von zartwandigem Holzparenchym begrenzt. Auch der Phloëmring erlangt keine grosse Mächtigkeit, enthält aber deutlich differenzirte, im Längsschnitt bei Behandlung mit Jodlösung sofort hervortretende Siebröhren mit ihren Geleitzellen und zwischen diesen zartwandiges Phloëmparenchym, welches gerade so gestaltet ist wie das Holzparenchym, nämlich in Form gestreckter zarter Zellen. In den Landformen (Fig. 28 c. u. 29) scheint die Phloëmzone allgemein etwas geringere Entwicklung zu erfahren, als in den Wasserformen. In Fig. 29 erkennt man aus der Form der Zellwände, dass nur etwa 4 Siebröhren, übers Kreuz stehend, in der schmalen Phloëmzone vorhanden sind. Hegelmaier [3]) hat im Phloëmring die Siebröhren nicht gesehen und behauptet, dass, abgesehen von den Gefässen, alle dünnwandigen Elemente Cambiform (Naegeli) oder Leitzellen (Caspary) vorstellten. Wir lassen diese Bezeichnung fallen, weil die normale Differenzirung in Holz- und Siebtheil auch hier sich nachweisen lässt, wenn auch die scharfe Abgrenzung zwischen beiden Theilen an den Berührungslinien nicht möglich erscheint.

Während bei den vorher genannten Gewächsen ein echtes Mark in der Mitte des axilen Stranges sich erhalten hat, welches allerdings bei *Callitriche* in Folge der Resorption kaum noch Bedeutung haben

---

[1]) Vergl. auch Hegelmaier, Callitr., p. 13 u. Tfl. I.

[2]) Hegelmaier, ibid., Tfl. I, Fig. 2.

[3]) Hegelmaier, ibid., p. 13.

dürfte, sind die axilen Stränge anderer dicotyler Wasserpflanzen eines solchen verlustig gegangen, indem die Xylemgruppen der in die Verschmelzung des axilen Stranges im Laufe der phylogenetischen Entwicklung eingegangenen Einzelbündel sich zu einem einzigen axilen Körper vereinigt haben. Jedoch ist für *Hippuris*, *Myriophyllum* und *Hottonia* zu bemerken, dass, obwohl die ersten Gefässe in der Axe angelegt werden, doch im fertig gebauten Stengel die Gefässe eine Ringzone bilden, welche ein parenchymatisches markähnliches Gewebe einschliesst. In demselben wurden die anfangs dort vorhandenen Gefässe resorbirt. Wir müssen es logisch als Holzparenchym bezeichnen, obwohl es die Form eines Markes angenommen hat.

An die Spitze dieser dicotylen Wassergewächse wollen wir wieder eine amphibische Pflanze stellen, welche wie *Peplis* häufiger als Landform denn als submers fluthende angetroffen wird.

Im ausgebildeten Strang von ***Hippuris vulgaris*** [1]) unterscheiden wir zunächst innerhalb der Schutzscheide wiederum den Phloëmring, welcher aus englumigem, ziemlich derbwandigem Phloëmparenchym mit eingestreuten, dünnwandigen Siebröhren nebst ihren Geleitzellen besteht. Sodann folgt ein mehrschichtiger Xylemring mit zahlreichen Gefässen, zu äusserst Netzgefässe, nach innen Schrauben- und Ringgefässe, getrennt durch dünnwandiges Holzparenchym. Der Gefässring umschliesst nun ein ziemlich grosses, parenchymatisches, dünnwandiges, als Mark erscheinendes Gewebe, welches, wie schon erwähnt, als Holzparenchym aufzufassen ist [2]), weil in der Stammknospe etwa unter dem viertjüngsten Blattwirtel im Procambiumcylinder die ersten Gefässe in Form einer kleinen Gruppe von Ring- resp. Schraubengefässen genau in der Axe differenzirt werden. „Dann folgen, nach Strasburger, Schraubengefässe, welche von den centralen durch dünnwandige Zellen getrennt erscheinen. An der Aussenseite dieser setzt sich der Vorgang in derselben Weise, mit Ueberspringung dünnwandiger Elemente fort. Während an der Aussenseite Gefässe hinzukommen, werden die im Inneren gelegenen bis zur Unkenntlichkeit gedehnt und ihre Verdickungsleisten schliesslich resorbirt. Nur die unverdickten Elemente bleiben erhalten. So kommt das centrale markartige Gewebe zu Stande, das wir im fertigen Stengel von einem Gefässring umgeben sehen."

Trotzdem dass der ganze Strang in Wirklichkeit als ein einfaches centrales Gefässbündel erscheint, muss er phylogenetisch doch als ein contrahirtes Leitbündelsystem aufgefasst werden.

Myriophyllum [3]) ist bezüglich der Structur des axilen Stranges an *Hippuris* ohne Weiteres anzureihen, indem wir hier innerhalb des Gefässringes, welcher in Folge der submersen Lebensweise im Vergleich zu *Hippuris* bedeutend weniger Gefässe zählt, ein markähnliches Gewebe antreffen, welches aber auch als Holzparenchym aufzufassen ist. Die zuerst gebildeten Gefässe erscheinen genau in der Axe des Procambiumcylinders [4]), die Gefässbildung schreitet nach aussen vorwärts, indem gleichzeitig die erst gebildeten resorbirt werden. Interessant verhält sich *Myriophyllum* bezüglich der Differenzirung des Phloëmringes, in welchem sich nämlich, wie Vöchting zuerst nachgewiesen, in der Regel deutliche abgesonderte Phloëmgruppen unterscheiden lassen [5]), während dagegen die Gefässe keine Unterscheidung in Gruppen mehr gestatten. Die Phloëmbündel enthalten Siebröhren; sie sind unter sich durch parenchymatisches,

[1]) Sanio, Bot. Ztg. 1865, p. 184 ff. — Russow, p. 66. — Strasburger, p. 186 u. 250.
[2]) Siehe Strasburger, p. 250.
[3]) Russow, p. 66. — Vöchting, p. 4 ff. Tfl. IV, Fig. 1 u. 2, Tfl. VI, Fig. 15 u. 16.
[4]) Vöchting, Tfl. VI, Fig. 15.
[5]) Vöchting, Tfl. VI, Fig. 16 u. Tfl. IV, Fig. 2.

dem zartwandigen Holzparenchym gleiches Gewebe getrennt, welches seiner Lage nach als Homologon von Markstrahlen aufzufassen sein dürfte. Vöchting hat genau den Verlauf der Phloëmbündel in die Blattleitbündel verfolgt, bezüglich dessen auf seine Arbeit verwiesen wird. Es sind im Querschnitt doppelt so viel Bündel zu sehen als Blätter in den Quirlen vorhanden sind, also entweder 8 oder 10, da die Quirle 4 oder 5 zählig sein können. Diese gesonderten Phloëmbündel deuten die Einzelleitbündel an, aus denen der Strang durch Verschmelzung hervorging.

Myriophyllum bildet Landformen, welche dieselbe Strangstructur wie die Wasserformen bewahren, aber mehr Gefässe zur Ausbildung bringen.

Hottonia palustris [1]) gehört ebenfalls hierher, nur verschmelzen die Phloëmgruppen zu einer einheitlichen Ringzone (Fig. 30). Die Gefässe stehen in unterbrochenem Ring und umgeben das markähnliche Holzparenchym, in dessen Centrum die ersten Gefässe angelegt wurden. Bei der Resorption derselben in Folge der Streckung der Internodien treten an ihre Stelle unregelmässig begrenzte Intercellularlücken, welche mehr oder weniger von dem Parenchym verdrängt werden, zum Theil sich aber noch erhalten, wie aus der Abbildung ersichtlich ist.

Das Phloëm besitzt deutliche Siebröhren, das Xylem anfangs Ring- und Schraubengefässe, dann Netzgefässe. In älteren Stengeln wird ein nur sehr kurze Zeit thätiges Cambium zwischen Phloëmring und Xylemkörper angelegt.

Die Endformen in der Reihe der dicotylen submersen Gewächse stellen *Aldrovandia* und *Ceratophyllum* vor, bei welchen das Mark ebenfalls völlig verschwunden ist und im fertigen Stengel ausserdem gar keine Gefässe mehr angetroffen werden.

Aldrovandia vesiculosa [2]) lässt innerhalb der Schutzscheide, welche hier nur der Lage nach als innerste Rindenschicht charakterisirt ist und nicht die bekannten verkorkten Streifen zeigt, zunächst eine breite Phloëmringzone mit eingestreuten Siebröhren erkennen (Fig. 31). Letztere treten auf Längsschnitten sofort bei Behandlung mit Jodlösung hervor und sind von Caspary, welcher die Zellen des Stranges alle als Leitzellen bezeichnet, übersehen worden. Die Phloëmzone umschliesst eine Gruppe von parenchymatischen Zellen, welche ihrerseits im ausgebildeten Internodium einen axilen Gang umgeben. Derselbe verdankt seine Entstehung der baldigen Resorption einer ursprünglich im jungen Stengel angelegten axilen Gruppe von 8—9 Ringgefässen. Auf Quer- und Längsschnitten bemerkt man hie und da der Wandung des Ganges anhaftend noch die Ringe der im Uebrigen zerstörten Gefässe, welche im Knoten auf kurze Strecken erhalten bleiben und hier den Gang vertreten. Die den Gang umgebenden zartwandigen langgestreckten Zellen sind als letzter Ueberrest des Holzparenchyms anzusehen. Eine scharfe Abgrenzung der centralen Xylemparthie gegen die Phloëmzone ist indessen nicht möglich, da die parenchymatischen

---

[1]) Russow, p. 66 u. Kamienski, Primul., p. 212 u. Tfl. IX, Fig. 13. (Abbildung des Querschnitts durch einen jungen aber schon differenzirten Strang.)

[2]) Caspary, Bot. Ztg. 1862, p. 195, Tfl. VII, Fig. 25. — Die Angaben von Chatin in Bull. soc. bot. France 1858 sind sehr ungenau. Er hat die Luftgänge des Rindenparenchyms für Gefässe angesehen!

Elemente der letzteren dem Holzparenchym gleichgestaltet sind. Der mit Flüssigkeit erfüllte axile Gang vertritt im fertigen Stamm die Gefässe, aber es fragt sich, ob er für die Zuleitung von Wasser und Salzen zu der wachsenden Region von irgend einer Bedeutung ist, es fragt sich ferner, ob auch die früh zerstörten Gefässe eine solche haben oder nicht. Die Pflanze wächst ausschliesslich submers und kann also nicht transpiriren. Bemerkenswerth erscheint die bedeutende Entwicklung der Siebzone gegenüber der Reduction des Xylems. Da erstere gerade so differenzirt ist wie auch bei typischen Landpflanzen, so ist bei ihr von einer Reduction nicht die Rede. Die Siebröhren scheinen auch bei ausschliesslich submersen Gewächsen ihre Function, sei es als Eiweissleiter oder sei es eine andere, unverändert zu erfüllen.

Ceratophyllum [1]) endlich zeigt die weitgehendste Umgestaltung, insofern, als zu keiner Zeit ring- oder spiralförmige Verdickungen im Strange zu erkennen sind. Das ausgebildete Internodium besitzt aber auch hier wie bei *Aldrovandia* einen axilen Gang (Fig. 32), welcher durch Resorption einer kleinen Gruppe, nicht von Gefässen, sondern von englumigen, zartwandigen Procambiumzellen nach Sanio [2]) hervorgeht. Offenbar sind diese Elemente der Ringgefässgruppe von *Aldrovandia* homolog zu setzen, mit dem Unterschiede, dass die Resorption schon eintritt, bevor irgend welche Verdickungen sich gebildet haben. Der Gang wird umgeben von einer Zone etwas collenchymatisch verdickter, stärkehaltiger, markähnlich aussehender, gestreckter Parenchymzellen, welche als Holzparenchym aufzufassen sind. Sodann folgt kaum scharf abgegrenzt, bis zur Schutzscheide reichend eine sehr mächtige Zone von Phloëm mit sehr grossen Siebröhren, die etwa in 2 Reihen angeordnet erscheinen. Jede Siebröhre ist von einer sehr deutlichen kleinen Geleitzelle begleitet, welche offenbar durch Längstheilung aus derselben Mutterzelle wie die Siebröhre hervorging. Zwischen den Siebröhren befindet sich kleinzelliges Phloëmparenchym. Die Siebröhren sind von Sanio für Gänge gehalten worden.

Mit concentrirter Schwefelsäure oder mit schwefelsaurem Anilin behandelt, reagiren alle Wandungen der Zellen des axilen Stranges nur auf Cellulose. Verholzung tritt nirgends ein.

Die submersen Arten der Gruppe ***Batrachium*** unter den *Ranunculus* Arten bilden bezüglich der Anordnung der Stammleitbündel eine bemerkenswerthe und nicht recht zu erklärende Ausnahme im Vergleich zu den übrigen submersen Gewächsen, mit denen sie in ihrer äusseren Gestaltung, in der Blattstructur, sowie im biologischen Verhalten so viele gemeinsame Züge haben. Die Leitbündel verschmelzen nämlich nicht zu axilen Strängen, sondern verlaufen getrennt im Stengel.

Die Internodien von *Ranunculus aquatilis*, *fluitans*, *divaricatus* werden in den typischen Wasserformen von einem im Centrum befindlichen, aus dem Markgrundgewebe durch Zerstörung der Zellen bei der Streckung hervorgehenden Luftcanal durchzogen, während in den Landformen eine Marklacune nicht zur Entwicklung kommt. Etwa in der Mitte zwischen Epidermis und Markhöhle verlaufen im Parenchym regelmässig vertheilt die Einzelleitbündel, deren Zahl eine verschiedene sein kann. Bei *R. divaricatus*

---

[1]) Sanio, Bot. Ztg. 1865, p. 192. — De Klercker, p. 5, Tfl. I, Fig. 1. Querschnittszeichnung.

[2]) Sanio, Bot. Ztg. 1865, p. 192. — Vergl. auch Frank, p. 142.

zählt man in der Regel in dem dreikantigen Stengel 3 Leitbündel, auch wohl 4 durch Gabelung des einen, bei *R. aquatilis* sah ich in dünnstengeligen Formen nur 4, in dickstengeligen 5—7, ebenso bei *R. fluitans*, während die Landformen der beiden letzten Arten 3 Bündel besitzen.

Das einzelne Leitbündel hat überall sehr übereinstimmenden collateralen Bau und gleicht bis ins Einzelne dem normalen Leitbündel einer monocotylen Pflanze. Nach aussen zu sehen wir einen wohl entwickelten zarten Siebtheil (Fig. 33 u. 34), nach innen dagegen den Xylemtheil, bestehend aus wenigen Gefässen, zartwandigem Holzparenchym und durchzogen von einem (oder auch zwei, Fig. 33) lysigen entstehenden Gang, welcher durch Zerstörung der zuerst angelegten Ringgefässe unter gleichzeitiger Ausweitung gebildet wird. Reste dieser Gefässe erblickt man in Form von einzelnen Ringen hie und da im Gange. Die Leitbündel bestehen verhältnissmässig nur aus wenigen Elementen und erfahren kein nachträgliches Dickenwachsthum, da das Cambium, welches man in einzelnen Bündeln (Fig. 33) noch erkennen kann, sehr bald seine Thätigkeit einstellt.

Die Anzahl der Gefässe schwankt. Am geringsten ist sie bei *R. divaricatus*, welcher fast nur submers mit lauter untergetauchten Blättern vegetirt (Fig. 34). Bei Formen von *R. aquatilis* mit Schwimmblättern steigt ihre Zahl, ebenso bei den Landformen.

Die das Leitbündel umgebenden Zellen zeichnen sich durch kleineren Durchmesser als die Parenchymzellen aus und sind bei *R. divaricatus* und in dünnstengeligen Formen von *R. aquatilis* nicht verdickt und auch nicht verholzt, in dickstengeligen Formen und in Landformen dagegen verdicken und verholzen sie ihre Membran und stellen eine Scheide dar, welcher aber keine grosse mechanische Bedeutung zugeschrieben werden kann. An den Seiten bleiben einzelne Zellen unverdickt und bezeichnen sog. Durchgangsstellen für den Säfteverkehr.

β) Reihe der Monocotylen.

In sehr instructiver Weise lässt sich bei den monocotylen submersen Gewächsen die Phylogenie des einfachen, typischen, axilen Stranges verfolgen, denn es vollzieht sich innerhalb einer einzigen vielgestaltigen Gattung die Umwandlung des aus mehreren Einzelbündeln bestehenden, grossen axilen Leitbündelkörpers stufenweise bis zu einem einfachen concentrischen Strange. Die Gattung *Potamogeton* ist es, welche uns diese interessante Uebergangsreihe vor Augen führt. Sie umfasst auf der einen Seite schwimmende Arten, mit breiten, eiförmigen, lederartigen Schwimmblättern und reichen Blüthenähren, auf der andern Seite typisch submerse mit schmalem grasartigen Laub, dünnen Stengeln und armblüthigen Inflorescenzen, dazwischen aber intermediäre Formen, welche zum Theil noch breite submerse, aber zarthäutige Blattspreiten besitzen und die Abstammung von den schwimmenden Formen verrathen, auch im Bau des axilen Leitbündelsystems sich von diesen nicht unterscheiden, zum Theil aber schon schmälere Blätter und auch einen einfacheren Strang ausbilden. Je mehr sich letztere den typischen schmalblätterigen nähern, um so weiter ist die Verschmelzung der bei den höchsten Arten noch völlig getrennten Bündel zu einem einheitlichen Gebilde vorgeschritten.

Potamogeton perfoliatus [1]) besitzt einen sehr dicken axilen Leitbündelstrang, welcher die einzelnen ihn constituirenden Bündel innerhalb der gemeinsamen Schutzscheide klar hervortreten lässt, weil dieselben noch durch ein sehr entwickeltes Markgrundgewebe von einander getrennt sind. Ueberhaupt schliesst sich diese Art enge an den mit schwimmenden Blättern versehenen *P. natans* [2]) an. Umgeben wird das Strangsystem von einer kleinzelligen, dickwandigen, sich deutlich vom übrigen Rindenparenchym abhebenden Schutzscheide. An dieselbe lagern sich nach Innen im Umkreis 8 Einzelbündel, drei kleinere jederseits, 2 grössere dazwischen in der Medianebene der zweizeilig abwechselnden Blätter. Von den 2 grösseren ist eines sehr entwickelt, es besitzt 3 Phloëmtheile und repräsentirt 3 verschmolzene Blattspurbündel, welche im nächst oberen Internodium frei verlaufen und dann in das zu demselben gehörige Blatt einbiegen. Das diesem grösseren Bündel gegenüberstehende geht als Medianbündel und das äusserste der 3 kleinen Bündel rechts und links als Seitenbündel in das zu dem Internodium selbst gehörige Blatt. Die 4 übrigen in den Ecken gelagerten Leitbündel des axilen Stranges sind stammeigene. Uebrigens kommen Variationen durch Theilung resp. Verschmelzung von Bündeln vor, welche bei diesen wie auch bei andern Arten davon herrühren, dass die Blattspuren sich nicht immer in gleicher Höhe vereinigen.

Jedes einzelne Bündel hat nun einen sehr einfachen und typischen Bau (Fig. 35). Zunächst ist der Xylemtheil reducirt, indem die ursprünglich in ihm angelegte Gefässgruppe zu einem grossen Intercellulargang, welcher mit Flüssigkeit angefüllt erscheint, resorbirt worden ist. Nur im Knoten, wo alle Zellen verkürzt sind, bleiben die Netz- und Spiraltracheiden, durch zarte Verdickungen ausgezeichnet, erhalten, während im Internodium im Gange hie und da einzelne Ringe oder Spiralstücke der Wandung anhaftend die Entstehung des Ganges aus Gefässen verrathen. Der Gang gewinnt durch tangentiale Theilungen der ihn umgebenden Zellen ein ziemlich bedeutendes Lumen. Diese letzteren Zellen sind zartwandig, langgestreckt, führen gewöhnlich feinkörnige Stärke und stellen, wie vielleicht auch die nächst benachbarten gleichgestalteten Zellen das Holzparenchym vor, welches aber gegen den nach aussen hin liegenden Phloëmtheil wie überhaupt in den Leitbündeln der submersen Pflanzen keine scharfe Abgrenzung gestattet. Der zartwandige Siebtheil besitzt eine so typische Entwickelung, wie ein Blick auf Fig. 35 lehrt, dass von einer Reduction nicht im Mindesten die Rede sein kann. Die Siebröhren charakterisiren sich sofort auf Quer- und Längsschnitten durch ihr weites Lumen und die deutlichen Siebplatten, sie sind von Geleitzellen umgeben, die im Querschnitt von eigenthümlicher eckiger zusammengedrückter Form erscheinen. Sparsam ist dazwischen Phloëmparenchym entwickelt. In dem Bündel Fig. 35 zählt man ohne Mühe 9 Siebröhren. Das grösste Bündel des Stranges hat 3 solcher Siebtheile in Folge der Verschmelzung aus 3 Einzelbündeln, deren Xylemtheile sich vereinigten und einen gemeinsamen grossen lysigenen Gang ausbildeten, während die Phloëmtheile durch ihre Lage und durch seitlich eindringendes Grundgewebe noch ziemlich scharf getrennt blieben. Ueberhaupt scheint, wie wir auch bei *P. pusillus* noch sehen werden, die Verschmelzung der Bündel sich zunächst auf das Xylem zu richten.

Jedes Bündel wird von einem schmalen, unterbrochenen Belag aus englumigen, dickwandigen Bastfasern, besonders in den Ecken, umgeben. Auch zwischen Schutzscheide und Phloëm schieben sich solche Fasern ein.

---

[1]) Scheifers, p. 23. — Scheifers bezeichnet die Holzparenchymzellen, welche die Xylemgänge umgeben, als Langzellen.

[2]) De Bary, p. 382, Fig. 170. Abb. des Stranges im Querschnitt.

Das schwach collenchymatisch verdickte Grundgewebe (Fig. 35 mp), welches die Einzelbündel trennt, ist wohl entwickelt und nimmt hier noch den grössten Theil des Stranges ein. Es besteht aus weitlumigen gestreckten Elementen mit graden Querwänden, entwickelt ziemlich grosse Intercellularräume und enthält reichlich grosskörnige Stärke.

Während in den Laubsprossen die Leitbündel schon zu einem axilen Körper zusammentreten, hat sich die Verschmelzung noch nicht auf diejenigen der Inflorescenzaxen ausgedehnt, deren Bündel alle vollständig getrennt im lacunösen Parenchym ohne gemeinsame Scheide verlaufen. Dieser Unterschied zwischen Laub- und Blüthenaxen wiederholt sich in mehr oder minder ausgeprägter Weise auch bei den übrigen Arten und ist vielleicht in den verschiedenen mechanischen Anforderungen an beide Organe begründet.

Potamogeton nitens, mit submersen breitlanzettlichen Blättern, nähert sich im Bau des Stranges der vorhergehenden Art, aber die Einzelbündel sind hier schon nahe zusammengerückt, das Grundgewebe gibt nicht mehr den Hauptbestandtheil ab. Der Stengel erscheint seitlich etwas zusammengedrückt und dementsprechend hat auch das Bündelsystem elliptische Querschnittsform. Wir zählen wie bei *P. perfoliatus* für gewöhnlich 8 Einzelbündel, darunter ein dreitheiliges, indessen sind Variationen häufig in Folge von Verzweigung oder Vereinigung. In Fig. 36 beispielsweise sind 10 Bündel vorhanden, wovon eines (rechts unten) die Zweitheilung des Xylemganges zeigt. Die Schutzscheide ist kleinzellig, dickwandig und verstärkt sich da, wo die Leitbündel sich anlegen, noch durch eine Lage von Bastfasern. Die einzelnen Bündel sind wie bei *P. perfol.* gebaut, dagegen das Grundgewebe nur in Form schmaler, die Bündel trennender Zonen entwickelt (Fig. 36, mp.). Man erkennt seine Zellen an dem weiteren Lumen, der grobkörnigen Stärke und der etwas verdickten Wandung, während die eigentlichen Leitbündelelemente alle zartwandig bleiben. Intercellulargänge kommen nicht mehr zur Ausbildung. Hier und da, besonders in den Ecken der Bündel, treten im Grundgewebe Bastfasern auf.

Potamogeton crispus[1]) vermittelt den Uebergang zu denjenigen Arten, in deren axilem Strang nur mehr 3 Leitbündel, ein grösseres mittleres mit 2 Phloëmgruppen und je ein seitliches mit je einer Phloëmgruppe, erhalten blieben. Die Zusammensetzung des Stranges von *P. crispus* variirt ziemlich bedeutend, stets aber können wir 3 Bündelgruppen unterscheiden, nämlich eine mittlere und 2 seitliche, in der Transversale des zum Internodium gehörenden Blattes gelegene. Die mittlere Bündelgruppe des im Querschnitt elliptischen Stranges lässt nach innen zu in dicken Stengeln 2 Xylemgänge nahe der Mitte in der Mediane beisammenliegend erkennen (Fig. 37); im Umkreise lagern sich Phloëmgruppen, von denen 3, nämlich eine der Schutzscheide anliegende und 2 seitliche, zu dem grösseren der beiden Xylemgänge zugerechnet werden müssen und mit diesem ein aus 3 Bündeln verschmolzenes grösseres Bündel vorstellen, während nach aussen von dem kleineren medianen Xylemgang nur eine Phloëmgruppe anzutreffen ist, welche mit diesem ein einfaches Bündel bildet. In der Mediane liegt somit ein einfaches und ein 3theiliges mit gemeinsamem Holztheil, beide sind nahe zusammengerückt und stossen schon unmittelbar mit ihren Holztheilen in der Mitte zusammen, während die Phloëmtheile durch seitlich eindringendes Markgrundgewebe noch eine gewisse Selbstständigkeit sich erhalten haben. Nicht selten, namentlich in dünnstengeligen

[1]) Die Darstellung von Falkenberg, pg. 21, zum Theil nicht richtig. — Vergl. Scheifers pg. 24, dessen Angaben nach Obigem ergänzt werden müssen.

Exemplaren, tritt nun eine wirkliche Verschmelzung der Xylemtheile der beiden medianen Bündel ein, so dass nur ein einziger grosser axiler Canal mit umliegendem, zartwandigem Holzparenchym zur Entwicklung kommt, wobei aber die Phloëmtheile als solche noch einigermassen abgegrenzt bleiben.

Zu beiden Seiten wird die mittlere Bündelgruppe begrenzt von dickwandigem, grobkörnige Stärke führendem Markgrundgewebe in Form einer etwa 3schichtigen Querzone, welche bis an die kleinzellige dickwandige Schutzscheide beiderseits hinanreicht. Rechts und links von diesem Gewebe folgt dann je eine seitliche Bündelgruppe, welche in dickeren Stengeln aus 3 Leitbündeln mit 3 Xylemgängen und drei Phloëmgruppen hervorgegangen ist. Diese 3 Leitbündel können in verschieden hohem Grade verschmelzen, so dass in den einfachsten Fällen jederseits nur 1 Xylemgang und 2 kaum abgegrenzte Phloëmtheile sich erhalten. In Fig. 37 beispielsweise besteht das Bündel rechts aus 2 nahe zusammengerückten Holztheilen und 2 zugehörigen Phloëmtheilen, links dagegen ist nur 1 Holztheil mehr vorhanden.

Wir constatiren also bei *P. crispus* in den complicirtesten Fällen noch eine ähnliche Strangzusammensetzung wie bei *P. perfoliatus*, in den einfachsten dagegen eine solche, wie sie bei den folgenden Arten *P. lucens*, *acutifolius* etc. ungefähr wiederkehrt.

Im Einzelnen sind die Elemente der Einzelbündel genau ebenso differenzirt wie bei den schon besprochenen Arten. Die Zellen, welche die Xylemgänge umgeben, zartwandig und langgestreckt erscheinen, fassen wir als Holzparenchym auf, welches mit dem Gang den sehr reducirten Holztheil vorstellt. Wir sehen auch hier wieder, dass die Verschmelzung zunächst die Holztheile betrifft und dann erst die Phloëmgruppen.

Potamogeton lucens (Fig. 38) lässt ebenfalls eine mittlere Bündelgruppe in der Mediane erkennen und rechts und links davon durch Grundgewebe getrennt je ein seitliches Bündel, so dass die Querschnittsform auch eine Ellipse vorstellt.

Das mittlere Bündel hat einen einzigen grossen Xylemgang im Centrum, umgeben von Holzparenchymzellen. Nach aussen legen sich in der Mediane bis zur Schutzscheide reichend und von dieser nur durch eine Gruppe mehr oder weniger verdickter Fasern getrennt, an diesen centralen Holztheil zwei grosse Phloëmgruppen, während die beiden seitlichen Bündel einfache sind, mit 1 Xylemgang und 1 halbmondförmigen Siebtheil versehen. Uebrigens beobachtet man auch Fälle, wo in der mittleren Bündelgruppe 2 centrale, nahe zusammenliegende Xylemgänge vorhanden sind und in den seitlichen Bündelgruppen ebenfalls Theilungen eintreten, wenn nämlich die Blattspuren auf längere Strecke ihre Selbstständigkeit bewahren. Zum Unterschiede von *Pot. crispus* sind also hier schon die beiden seitlichen Phloëmgruppen des mittleren Bündels ganz verschwunden. Wir erkennen die Tendenz zu einer concentrischen einheitlichen Ausbildung des gesammten Stranges, welche hier in der Medianebene sich schon vollzogen hat. Wir werden bei den folgenden Arten sehen, dass auch in der Transversalebene ein Zusammenrücken der Bündel allmählich eintritt und dass mit dem Schwinden des Markgrundgewebes die Xylemtheile sich zu einem einzigen centralen vereinigen und dass endlich auch das Phloëm in Form einer einzigen Ringzone um diesen centralen Xylemtheil mit seinem einzigen axilen Gange ausgebildet erscheint.

Das Grundgewebe ist bei *P. lucens* zartwandig, verdickt sich aber in ganz alten Stengeln etwas; seine Zellen sind zweitlumig, führen reichlich Stärke und lassen winzige Intercellulargänge in den Kanten erkennen. Zwischen Grundgewebe und Xylem schieben sich in dem grösseren Durchmesser des Stranges Gruppen von wenig verdickten Bastfasern ein. Die Schutzscheide wird u-förmig verdickt.

Schon bei ***Potamogeton densus***[1]) (Fig. 39), dessen Strang sich durch Zartwandigkeit aller Elemente, auch der Schutzscheide, auszeichnet, sind die seitlichen Bündel von dem mittleren kaum geschieden. Bei genauem Zusehen und bei dem Vergleich mit der vorhergehenden Art jedoch wird man noch eine Zellschicht erkennen können, welche der Lage nach dem Grundgewebe entsprechen muss, obgleich ihre Zellen im Querschnitt sich durch nichts von den Holz- und Phloëmparenchymzellen unterscheiden (Fig. 39 mp.). Auf dem Längsschnitt dagegen treten diese Zellen schärfer als Grundgewebe hervor durch ihre Kürze und durch ihre graden Querwände. Dagegen erscheinen in der Inflorescenzaxe die Einzelbündel in dem axilen Körper schärfer gesondert, ähnlich wie bei *P. lucens* im Stamm durch weitlumigeres Grundgewebe zwischen den mittleren und den seitlichen Bündelgruppen.

Der Strang von ***Potamogeton acutifolius***[2]) (Fig. 40) hat noch dieselbe Zusammensetzung wie bei *P. lucens*, ist aber in allen Theilen geringer entwickelt, was die Zahl der Elemente betrifft, aus denen er besteht. Der schmale Strang hat im Querschnitt Ellipsenform. Er wird von einer sehr dickwandigen, festen Schutzscheide umschlossen. Das mittlere Bündel mit seinem centralen Xylemgang und seinen beiden Phoëmtheilen erscheint von den kleinen seitlichen Bündeln scharf abgegrenzt durch je eine Zone von stark verdickten langgestreckten Zellen an Stelle des zarten Grundgewebes des *Pot. lucens*, welche als letzter Ueberrest des Markgrundgewebes aufgefasst werden müssen. In der Inflorescenzaxe von *Pot. acutifolius* verlaufen die 3 Bündel, von Bastscheiden umgeben, völlig getrennt nahe der Mitte im Grundgewebe.

Schreiten wir jetzt noch eine Stufe abwärts, so tritt uns in dem axilen Strang von ***Potamogeton pusillus***[3]) (Fig. 41) ein Gebilde entgegen, welches im Vergleich zu *P. perfoliatus* eine ausserordentliche Vereinfachung zur Schau trägt. Die beiden seitlichen Bündel sind durch Schwinden des Grundgewebes resp. der Bastgruppen mit dem mittleren verschmolzen. Nur ein einziger axiler Xylemgang ist vorhanden, indessen bleiben die Phloëmgruppen der Seitenbündel noch als solche zu erkennen, indem sich zwischen sie und die mittleren Phloëmgruppen von der Schutzscheide aus bis an das Holzparenchym des centralen Xylems noch einige wenig verdickte Fasern einschieben, so dass 4 gesonderte Phloëmgruppen sich erhalten. Gerade der Strang der genannten Art verdient besonders Interesse als letzter Uebergang zu demjenigen von

Potamogeton pectinatus (Fig 42a), welcher, von kreisrundem Querschnitt, eine vollkommen concentrische Anordnung seiner Elemente eintreten lässt. Innerhalb der Schutzscheide, welche bei einer untersuchten grossen Varietät zartwandig oder schwach verdickt erschien, gewöhnlich sich aber stark u-förmig verdickt, bemerken wir eine breite Ringzone von zartem Phloëm, mit Siebröhren und Geleitzellen wie bei den höchst entwickelten Strängen der *Potamogetonen*, in der Axe sodann einen grossen, lysigen durch Resorption der anfangs angelegten Ringgefässe entstandenen Xylemgang, umgeben von einer Schicht zartwandigen Holzparenchyms, welches auch hier gegen das Phloëmparenchym keine scharfe Abgrenzung gestattet. Wir treffen also hier auf dieselbe Structur des axilen Stranges wie bei *Aldrovandia* und *Ceratophyllum* unter den dicotylen Vertretern der submersen Flora und constatiren wiederum das

---

[1]) Vergl. Scheifers, pg. 22.

[2]) Vergl. auch Scheifers pg. 20.

[3]) Vergl. Scheifers, pg. 16, welcher indessen die Abgrenzung der 4 Phloëmgruppen übersehen hat.

Ueberwiegen des Phloëms in dem Strange, welches entschieden seine Differenzirung und damit auch seine Function bewahrt, während es zweifelhaft erscheint, ob der axile Xylemgang wirklich noch von Bedeutung für die Leitung von Wasser resp. Salzen ist.

Dicht unter dem folgenden Knoten spaltet sich das Blattleitbündel ab, indem zunächst der axile Canal sich in zwei Gänge theilt (Fig. 42b), während der Phloëm noch einheitlich erscheint.

Die ebenfalls zu den *Potameen* gehörige ***Zannichellia*** besitzt die gleiche Structur des axilen Stranges wie *Potamogeton pectinatus*. Der axile Canal entsteht durch Resorption transitorischer Spiralgefässe[1]), welche in den obersten Stengelknoten sich noch erhalten und in die Leitbündel für abgehende Blätter, Zweige und Wurzeln eine Strecke weit sich hineinziehen. Weiter abwärts aber scheinen die Gefässe auch in den Knoten resorbirt zu werden.

Das Bündel ist sehr dünn, lässt jedoch die Phloëmzone mit ihren Siebröhren deutlich erkennen (Fig. 43.)

Der axile Strang unserer Arten von ***Najas*** und ***Caulinia*** reiht sich nach der Beschreibung desselben von Magnus[2]) ohne Weiteres an *Zannichellia* an. Er wird in seiner Mitte von einem Canal durchzogen, welcher von einem Kranze relativ grosslumiger Zellen gleichmässig umgeben wird, eine eigene ihn auskleidende Membran besitzt und durch Auflösung einer Reihe von Meristemzellen unter gleichzeitiger Ausweitung durch tangentiale Theilungen der ihn umgebenden Zellen entsteht. Im Knoten unterbleibt jedoch die Resorption der Zellreihe. Offenbar sind diese Meristemzellen weiter nichts, wie die Anlage eines axilen Gefässes, dessen Querwände schon der Zerstörung verfallen, bevor die Wandverdickungen eintreten, während dagegen bei *Zannichellia* und *Potamogeton pectinatus* die Bildung derselben sich noch erhalten hat. Dementsprechend sind die den Canal direct umgebenden Zellen als Holzparenchym aufzufassen, welche mit ihm den Holztheil des concentrischen Bündels bezeichnen. Magnus gibt an und ebenso auch Frank[3]), dass, abgesehen von dem Canal, alle Elemente des Stranges langgestreckte, zartwandige Zellen seien, auf welche also der Caspary'sche Ausdruck „Leitzellen" oder der Nägeli'sche „Cambiform" angewendet werden konnte. Indessen zweifle ich nicht daran, obgleich mir *Najas* zur Untersuchung nicht zu Gebote stand, dass die zwischen der Schutzscheide und den Canalwandungszellen gelegene Zone dünnwandiger Elemente eine Phloëmzone vorstellt, zumal in der Magnus'schen Querschnittszeichnung des Stranges von *Najas major* gewisse Zellgruppen zu bemerken sind, deren Deutung als Siebröhren und Geleitzellen unzweifelhaft erscheint. Auch bei *Elodea*, *Callitriche*, *Ceratophyllum* etc. lässt sich das Vorhandensein von Siebröhren leicht constatiren, obwohl man früher auch für diese Stränge die Zusammensetzung aus Cambiform annahm.

Wir hätten demnach bei *Najas* die nämliche Structur des ausgebildeten Stranges wie bei *Ceratophyllum*, und *Najas* verhält sich zu *Zannichellia* wie *Ceratophyllum* zu *Aldrovandia*, von denen ersteres gleichfalls keine Wandverdickungen in denjenigen Zellen ausbildet, welche den Gefässen entsprechen und zu dem axilen Canal resorbirt werden. Sowohl die dicotylen, als auch die monocotylen Endglieder der Anpassungsreihe nehmen somit völlig gleichen Bau der Leitbündel an.

[1]) Vergl. Schleiden, Beitr. pg. 215.

[2]) Magnus, Najas, pg. 48 ff., Taf. IV Fig. 12 u. Taf. VII Fig. 2 u. 4.

[3]) Frank, pg. 133.

Elodea canadensis hat einen axilen Strang, welcher etwas höher wie die soeben genannten, an *Potamogeton pectinatus* sich anschliessenden, differenzirt erscheint; er stellt nicht, wie man bisher allgemein seit der ersten genaueren Untersuchung durch Caspary[1]) annahm, ein einheitliches concentrisches Bündel vor, sondern ein Bündelsystem, bestehend aus 4 innig verschmolzenen Einzelbündeln, einem centralen und 3 peripherischen. (Fig. 44.)

In der Axe tritt wie bei *Potamogeton pectinatus* ein Canal auf, welcher durch Resorption von 1 oder seltener 2 Ringgefässen zu einem mit Flüssigkeit erfüllten und sich ausweitenden Gang entsteht. Die Verdickungen dieses Gefässes sind rudimentär, gewöhnlich nur Ringstücke, zuweilen auch ganze Ringe. Am unteren Ende des Gefässes werden diese Verdickungen, welche weiter oben noch erhalten sind, aufgelöst[2]). Umgeben wird der Gang von einem Kranz zartwandiger, gestreckter Holzparenchymzellen, an welche sich nach aussen bis zur Peripherie eine breite Zone von zartwandigem Phloëm anschliesst. Siebröhren sind leicht zu erkennen. Man zählt z. B. in Fig. 44 im Ganzen 17 Siebröhren. Caspary hat sie übersehen und bezeichnet alle Zellen des Stranges, abgesehen von den Gefässen, als Leitzellen. In dem Phloëmring verlaufen an 3 Stellen, welche zwischen den 3 Blattzeilen des zum Internodium gehörigen Quirls liegen, nach aussen zu 3 kleinere Canäle, welche etwa gleich grosses Lumen wie die benachbarten Zellen besitzen und daher leicht übersehen werden können. Auch diese sind wie der axile Canal in regelmässiger Weise von einem Kranz gestreckter parenchymatischer Elemente umgeben. Besonders deutlich sah ich diese 3 Canäle in dem dicken kurzgliedrigen Stengel von Exemplaren, welche in einem ganz seichten, kaum mit Wasser bedeckten Tümpel als gedrungene Sumpfformen erwachsen waren. Auf dem Längsschnitt bemerkt man nun, dass diese 3 Canäle aus reducirten Gefässen hervorgehen, von welchen nur dicht am Knoten bei scharfem Zusehen noch äusserst feine Netz- oder Spiralverdickungen an den Membranen zu erkennen sind. Auf dem Querschnitt treten diese Canäle nicht sehr deutlich hervor, zumal in jungen Stengeln; am ehesten bemerkt man sie an der regelmässigen kranzförmigen Anordnung der sie umgebenden Zellen (Fig. 44). Es darf wohl keinem Zweifel unterliegen, dass diese 3 Gänge nebst den sie umschliessenden Zellen die Holztheile dreier mit einem centralen Bündel so innig verschmolzener Leitbündel vorstellen, dass eine scharfe Abgrenzung der letzteren nicht mehr möglich erscheint, zumal die zugehörigen Siebtheile sich zu einer einheitlichen Ringzone vereinigt haben. Das Phloëm bildet auch hier den Hauptbestandtheil des gesammten Stranges.

Die Gänge deuten also hier allein die Constituenten des Bündelsystems an, während bei den *Potamogetonen* bemerkt wurde, dass vorwiegend zunächst die sehr reducirten Holztheile sich zu vereinigen strebten, während die Siebtheile ihre Selbstständigkeit am längsten bewahrten.

Im Knoten, wo alle Elemente des Stranges zu einer schmalen Querzone verkürzt bleiben, gehen rechtwinklig die Leitbündel in die drei Blätter ab; sie enthalten an ihrer Basis ein Ringgefäss, welches in den axilen Gang einmündet. Die 3 peripherischen Gefässgänge gabeln sich im Knoten nach zwei Seiten hin und verbinden sich so mit dem Ringgefäss der Blattbündel. Von der Verbindungsstelle entspringen

---

[1]) Caspary, Hydrill. pg. 439 ff. Taf. XXVIII Fig. 59. — Vergl. auch Sanio, Bot. Ztg. 1867 pg. 186 — Strasburger pg. 187.

[2]) Vergl. auch Frank pg. 132.

die im folgenden Internodium verlaufenden peripherischen Gänge des axilen Stranges, welche also in den Medianebenen der zum unteren Internodium gehörenden Blätter sich aufwärts ziehen.

Hydrilla verticillata, die zweite bei uns vorkommende *Hydrillee*, gleicht im anatomischen Bau so sehr der *Elodea*, dass auch bei ihr die nämliche Structur des axilen Stranges sich auffinden lassen wird. Jedenfalls bedürfen die Caspary'schen[1]) Angaben neuer Prüfung.

Vallisneria spiralis steht hinsichtlich der Differenzirung seiner Leitbündel etwa auf derselben Stufe wie *Najas*, unterscheidet sich aber entsprechend dem verschiedenen morphologischen Aufbau von dieser dadurch, dass die Einzelbündel nicht verschmelzen. Aus der kurzen gestauchten Axe entspringen seitliche Ausläufer, welche an ihren Enden zu neuen Bodenlauben heranwachsen. Die Ausläufer werden von einem grösseren und drei kleineren, nach dem Centrum zu im Umkreis gelagerten, isolirten Leitbündeln durchzogen, welche in die kurze gestauchte Axe eintreten, und zwar gehen nach Falkenberg[2]) die 3 kleineren in das erste Blatt derselben, während das grössere sich in zahlreiche nach oben divergirende und sich gabelnde, von dem umgebenden Parenchym nicht sehr scharf abgegrenzte Bündel für die übrigen Blätter zertheilt. Betrachten wir das einzelne Leitbündel, dessen Elemente besonders deutlich im Ausläufer hervortreten, so constatiren wir in ihm einen collateralen Bau. Nach innen zu verläuft ein Xylemgang, welcher durch Resorption aus unverdickten Gefässanlagen entstand und in regelmässiger Weise von einem Kranz zartwandiger, ziemlich weitlumiger Holzparenchymzellen umgeben wird, an welche sich im Halbmond nach aussen ohne scharfe Abgrenzung eine zartwandige Phloëmzone anschliesst. In dieser sind auf Quer- und Längsschnitten deutliche Siebröhren zu erkennen. Nach aussen wird das Phloëm ebenfalls ohne scharfe Grenze von einer Zone langgestreckter, etwas verdickter Zellen bedeckt, welche als Ueberrest eines Bastbeleges nach Form und Lage zu deuten sein dürften. (Fig. 45.)

Hier und dort verlaufen im Leitbündel tanninführende Schläuche, wie sie auch in der Rinde massenhaft auftreten.

Bisher hielt man die Leitbündel von *Vallisneria* für einfache Cambiformstränge[3]), was aber nicht zutrifft.

Die Blattleitbündel (Fig. 20b) sind ganz analog dem Stammleitbündel gebaut.

Im Anschluss an *Vallisneria* sei als letzter monocotyler Vertreter der submersen Flora die untergetaucht schwimmende, blattlose ***Lemna trisulca*** erwähnt, welche aus Ketten flacher, 2gliedriger Sprosse besteht. Sie besitzt entsprechend ihrer ausserordentlichen Kleinheit sehr dünne Leitbündel, welche nur aus sehr wenigen engen Elementen sich zusammensetzen. Das erste Glied jedes Sprosses, der Sprossstiel, wird nur von einem einzigen medianen Leitbündelchen durchzogen, welches sich im Knoten in 3 Aeste für das flache, eiförmige, zugespitzte zweite Sprossglied spaltet. Im Knoten geht auch jederseits ein Leitbündel für die beiden Tochtersprosse ab, sowie eines für die an der Bauchseite des Sprosses entspringende, einfache Adventivwurzel. Die flachen Sprosse sind, was das Parenchym anbelangt, auf beiden Seiten ungefähr gleichartig gebaut, dagegen vermögen wir in den Leitbündelchen eine dorsiventrale Anordnung

---

[1]) Caspary, Hydrilleen, pg. 381 Taf. XXV Fig. 11 u. 11[1]. — Caspary, Tagebl. der Vers. Königsberg., 1860 pg. 300 ff.

[2]) Falkenberg, pg. 28.

[3]) J. Fr. Müller, pg. 42. — Falkenberg, pg. 27.

erkennen, da deren Xylemtheil nach der Rückenseite, der Phloëmtheil dagegen nach der Unterseite zu gelagert erscheint. Die Leitbündel werden von einer gänzlich unverkorkten, nicht sehr scharf ausgeprägten Schutzscheide umgeben und zeigen bezüglich der Ausbildung ihres Xylems und Phloëms die denkbar weitgehendste Vereinfachung. (Fig. 46 a u. b.) Es gelangen nur ein Gefäss und nur eine Siebröhre mit einigen wenigen, beide umgebenden Zellen zur Ausbildung. Das ursprünglich angelegte Gefäss zeigt in seinen kurzen Gliedern Ringe, Ringstücke oder auch kurze Spiralstücke, deren Ausbildung im zweiten Sprossglied sich aber nur bis etwa zur Mitte desselben zu erstrecken scheint[1]). Es wird bei der Streckung auseinandergezerrt, so dass nur in der Gegend des Knotens die Verdickungen noch nahe beisammen liegen bleiben, aber je weiter davon entfernt, desto mehr auseinander gerückt sind und wohl auch resorbirt werden. Auf Querschnitten sieht man dann nur einen engen Gang (Fig. 46, gef.), welcher in regelmässiger Weise von einem Kranz von 4—6 langgestreckten parenchymatischen Zellen umgeben wird. Letztere stossen oben und seitlich unmittelbar an die Schutzscheide und entsprechen den Zellen, welche bei den *Potamogetonen* in grösserer Zahl die Xylemgänge umschliessen, also Holzparenchym vorstellen. Zwischen diesen Holztheil und die Schutzscheide schieben sich nach unten zu einige wenige langgestreckte, zartwandige Elemente ein, unter denen auf dem Querschnitt (Fig. 46, s) deutlich eine Siebröhre mit etwa 2 Geleitzellen hervortritt, der letzte Ueberrest des Phloëms. Auf Längsschnitten ist es schwierig, Siebplatten in dieser engen Siebröhre zu erkennen, doch dürfte es, aus der charakteristischen Form des Querschnitts und aus dem Vergleich mit den Siebröhrenquerschnitten bei den übrigen Monocotylen zu schliessen, zweifellos sein, dass hier wirklich eine einzige Siebröhre vorhanden ist. Wir hätten somit bei *Lemna trisulca* eine ausserordentlich weitgehende Reduction des gesammten Leitbündelsystems, welches nicht in die Bildung eines axilen Stranges aufging, zu constatiren, nicht minder eine sehr weitgehende Vereinfachung der Leitbündelelemente, ohne dass aber die für die Landpflanzen typische Differenzirung und collaterale Anordnung hier ganz verloren gegangen wäre. Von Hegelmaier[2]) ist die Zusammensetzung der Leitbündel übersehen worden; er sagt, dass abgesehen von dem Gefässe die übrigen Zellen ein zartes Parenchym, auf welches wegen der sehr schiefen Querwände die Bezeichnung Leitzellen resp. Cambiform nicht passe, vorstellen. Die Querwände des Holz- und Phloëmparenchyms sind indessen nach meiner Beobachtung entweder grade oder nur wenig schief. Hegelmaier's Zeichnung eines Leitbündelquerschnitts in seiner Fig. 3, Tfl. VI scheint mir nicht ganz genau zu sein.

In den Stengeln einiger submerser Monocotylen haben sich in dem Rindenparenchym kleine reducirte Leitbündelchen erhalten, welche auch bei manchen auf dem Lande lebenden Monocotylen anzutreffen sind.

Ihre grösste Entwicklung erreichen sie unter ersteren bei *Potamogeton lucens*, dessen Rindenparenchym wie auch bei den übrigen *Potamogetonen* von mehreren Kreisen grosser, regelmässig angeordneter, durch einschichtige Septen getrennter Lufteanäle durchzogen wird. Dort, wo die Septen zusammenstossen

---

[1]) Vergleiche Hegelmaier, Lemn. pg. 50.

[2]) Hegelmaier, Lemnac. pg. 49.

und die Kanten der Kanäle bilden, finden sich die Rindenbündel im Parenchym eingebettet. Zwischen dem äussersten und zweitäussersten Lufthöhlenkreis zählen wir ca. 17 Rindenleitbündel in ringförmiger, regelmässiger Vertheilung, welche noch vollständig differenzirt sind, nach innen einen grösseren oder kleineren Holztheil mit lysigenem Gang, welcher die Reste von Gefässen hie und da im Internodium noch enthält und im Knoten durch Gefässe ersetzt wird, nach aussen einen zarten Phloëmtheil mit deutlichen Siebröhren besitzen und seitlich und aussen von einer Bastscheide abgeschlossen erscheinen. (Fig. 47a u. b.) Dahingegen sind die Bündel, welche in den Kanten der weiter einwärts gelegenen Luftgänge, zu ca. 20 an Zahl, verlaufen, zum grössten Theil Bastfaserbündel (Fig. 47d), zum geringeren Theil Bastbündel, welche innen noch eine kleine zartwandige, Siebröhren führende Phloëmgruppe enthalten (Fig. 47e). Wir haben also hier alle Uebergänge von typischen, wenn auch kleinen Leitbündelchen zu unvollständigen und schliesslich zu reinen Bastgruppen ohne jegliche leitende Elemente. Es liegt nahe, alle diese Bündel für homolog zu halten.

Im Knoten constatiren wir, dass die Rindenbündel untereinander und mit den Bündeln des axilen Stranges durch Anastomosen verbunden sind und neue Rindenbündel in das folgende Internodium entsenden.

Bei *Potamogeton nitens* sind insofern die Rindenleitbündel schon weiter reducirt, als sich keine vollständigen, mit Xylem versehenen mehr unter ihnen befinden. Sie treten auf in den Kanten der Septen zwischen den beiden äussersten Lufthöhlenkreisen, ca. 18 an Zahl, davon die Hälfte reine Bastbündel (Fig. 48e), die anderen mit zartwandigen Phloëmelementen im Innern der Bastgruppen (Fig. 48a); zum Theil sind in letzteren nur etwa 2 zartwandige Elemente, eine Siebröhre nebst Geleitzelle höchstwahrscheinlich, zu erkennen (Fig. 48b).

Potamogeton pectinatus zeigt in einer grossblättrigen Varietät in der Rinde ca. 5—7 ziemlich grosse zartwandige Phloëmbündel (Fig. 49a), in der gewöhnlichen viel kleineren Form nur 2—3 solcher, welche von starken Bastscheiden umgeben sind (Fig. 49b). *Potamogeton acutifolius* besitzt ca. 27 subepidermale Bastrippen, von denen hin und wieder eine grössere noch zartwandige Elemente umschliesst. (Fig. 51).

Dagegen treffen wir bei *Potamogeton perfoliatus* und *pusillus* ausschliesslich kleine Bastrippen an, bei ersterer Art, welche sich durch sehr dicke Stengel auszeichnet, ca. 28 unter der subepidermalen Schicht und einige wenige zerstreut im inneren Parenchym (Fig. 50), bei letzterer Art ca. 12 kleine subepidermale Bündelchen; und endlich zeichnen sich *Potamogeton crispus*, *densus*, sowie *Zannichellia* durch gänzlichen Mangel irgend welcher Rindenbündel aus.

Die Inconstanz in der Ausbildung und in dem Auftreten von Rindenbündeln innerhalb ein und derselben Gattung scheint dafür zu sprechen, dass dieselben hier in der Reduction begriffen sind, welche bei einigen Arten schon zu völligem Schwund geführt hat, so dass in diesen Fällen die Leitbündel allein auf den axilen Strang beschränkt sind.

Unter den übrigen submersen Monocotylen zeichnet sich *Elodea canadensis* durch den Besitz von Rindenbündeln[1]) aus. Sie treten auf in Form von 6 wenigzelligen, zartwandigen, isolirten Gruppen, welche dicht unter der subepidermalen Schicht in regelmässiger Vertheilung, mit den 6 Blattzeilen alternirend

[1]) Caspary, Hydrill., hat sie übersehen. Zuerst erwähnt bei Sanio, Bot. Ztg. 1865, pg. 192.

verlaufen und im Knoten Queranastomosen zu den austretenden Blattleitbündeln entsenden. Sie werden, nach der Form des Querschnitts (Fig. 52) zu urtheilen, von einer Siebröhre nebst 2 Geleitzellen gebildet, die von einer Lage langgestreckter englumiger Parenchymzellen umgeben sind. Die Fig. 52 stellt den Querschnitt eines solchen Bündels dar aus einem Stengel, dessen Parenchym ziemlich derbwandig ausgebildet ist. Nur die Siebröhre und die Geleitzellen sind zartwandig geblieben.

Wahrscheinlich sind solche Bündel auch bei *Hydrilla* vorhanden. Sie finden sich ferner bei *Halophila Baillonii*[1]), *Elodea densa*[2]), *Cymodocea*[3]), *Zostera*[4]) etc.

2. Rindenparenchym, Schutzscheide, Epidermis.

Die Leitbündel des Stammes werden von dem Rindenparenchym umgeben, welches im Verhältniss zu ersterem stets sehr mächtig entwickelt ist und die Hauptmasse des Stammes abgibt. Das Parenchym besteht aus mehr oder weniger gestreckten, im Querschnitt gewöhnlich abgerundeten Zellen (vergl. Fig. 60a und c, Fig. 62b und c, Fig. 61b), welche in der Regel sich durch ihre Zartwandigkeit im Gegensatz zu dem derbwandigen Parenchym vieler Luftpflanzen auszeichnen. Nur in einigen Fällen tritt eine schwach collenchymatische Verdickung in älteren Stengeln ein (*Ceratophyllum*, *Myriophyllum*). Das Parenchym dient der Leitung und Aufspeicherung der assimilirten Kohlehydrate und oft findet man seine Zellen dicht mit grosskörniger Stärke vollgepfropft. In den äusseren Schichten, sowie auch in der Epidermis (wie an den Blättern) ergrünen die Chromatophoren und betheiligen sich am Assimilationsprozess.

Als Hauptunterschied von dem Parenchym der Landpflanzen verdient die bedeutende Entwicklung des Durchlüftungssystems erwähnt zu werden, welche übrigens in gleicher Weise auch bei den Sumpf- und Schwimmpflanzen, also überhaupt bei allen wasserliebenden Gewächsen wiederkehrt und als eine Folge der Einwirkung des Mediums aufzufassen ist, wenn auch die biologische Erklärung mit Sicherheit noch nicht gefunden ist. Am nächsten liegt die Annahme, dass die am, auf und in dem Wasser lebenden Pflanzen ihre grossen Lufträume in erhöhtem Maasse zu dem Gasaustausch der Zellen, zur Athmung benöthigen. Ausserdem mag für die submersen und schwimmenden Gewächse noch als Zweck die Bewirkung der Schwimmfähigkeit in Betracht kommen.

Gerathen submerse Gewächse an's Ufer und bilden sie Landformen, so wird die gleiche Anordnung des Parenchyms beibehalten, indessen verringert sich die Grösse der Lufträume; das Parenchym wird dichter und derbwandiger. Derselbe Unterschied macht sich geltend, wenn typische Sumpfgewächse[5]) an trockenen Standorten gedeihen, und umgekehrt findet bei Cultur von typischen Landpflanzen[6]) unter Wasser je nach der Plasticität des Versuchsobjectes eine Auflockerung des Rindenparenchyms statt.

---

[1]) Holm, pg. 11, Tfl. I Fig. 9.
[2]) Holm, pg. 20, Tfl. IV Fig. 49 u. 51.
[3]) Duchartre, pg. 297. — Bornet, pg. 39 ff.
[4]) Falkenberg, pg. 24.
[5]) Vergl. Costantin, Ann. sc. nat. 1884, pg. 294 ff., Taf. 14—17.
[6]) Lewakoffski, Jahresbericht 1873, pg. 594. — Schenck, Ber. Bot. Ges. 1884, pg. 483, Tfl. 14 Fig. 3 u. 4.

Im Allgemeinen gliedert sich das Parenchym in folgende Zonen: Unter der Epidermis, welche als äusserste Rindenschicht aufgefasst werden kann, folgt zunächst die äussere Rindenzone, charakterisirt durch dichtes Aneinanderschliessen der Zellen aneinander und an die Epidermis; sodann die Lufthöhlenschicht, welche grössere oder kleinere mit Luft erfüllte Canäle führt und meist das Parenchym in Form einschichtiger, dünner Septen auflöst; weiter einwärts die innere Rindenzone, welche wieder aus wenigen dicht zusammenschliessenden Lagen besteht, und endlich als Abgrenzung gegen die axilen Stränge die Schutzscheide.

In den Knoten verkürzen sich die Zellen zu einer schmalen Querzone rundlicher Zellen mit engen Intercellularen, welche die Communication der die Internodien der Länge nach durchziehenden Luftgänge vermitteln. Ueberhaupt muss betont werden, dass das Durchlüftungssystem der ganzen Pflanze ein einheitliches ist. In den Internodien entwickeln sich nur bei vereinzelten Vertretern auch dünne, einschichtige, aus Sternzellen bestehende, also durchbrochene Querdiaphragmen zur Festigung der Gänge.

Die Luftgänge entstehen entweder schizogen, durch Spaltung der Parenchymlagen oder lysigen durch Zerstörung bestimmter Parthien. Sie zeigen bezüglich ihrer Form und ihrer Vertheilung mannigfache Verschiedenheiten, welche sich unter die folgenden Haupttypen bringen lassen.[1])

a) Schizogene Lufträume.

1. Typus. Die äussere Rindenzone, aus dicht zusammenschliessenden Zellen bestehend, ist sehr entwickelt, mehrere Lagen stark und überwiegt im Durchmesser die Lufthöhlenschicht, welche nur einen Ring von verhältnissmässig engen Lufteanälen umschliesst. Die innere Rinde ist einschichtig. Dies Verhalten treffen wir bei *Ceratophyllum* an (Fig. 53), dessen Stamm somit nur eine geringe Entwicklung des Durchlüftungssystems verräth.

2. Typus. Gradatim geht dieser Typus über in den zweiten, welcher sich durch Ueberwiegen der Lufthöhlenzone in Folge grösserer Entwicklung der ebenfalls in Form eines Ringes regelmässig angeordneten und durch radial gestellte einschichtige Parenchymsepten getrennten Luftgänge auszeichnet. Am schärfsten ist diese Form ausgeprägt bei *Elatine Alsinastrum* (Fig. 54), deren äussere und innere geschlossene Rindenzone in zarteren Stengeln nur eine Zellschicht stark ist, dazwischen ca. 11 radial gestellte, im Querschnitt dreieckige Lufteanäle mit dünnen, radial gestreckten Parenchymsepten.

Mit Variationen, welche sich auf das Verhältniss der 3 Rindenzonen zu einander, auf die Zahl der Lufteanäle, beziehen, verhalten sich in derselben Weise *Utricularia minor* und *vulgaris*, *Bulliarda aquatica*[2]), *Myriophyllum*[3]), *Najas major*[4]), *minor*[5]) und *flexilis*.

[1]) Bezüglich Form und Vertheilung der Lufthöhlen vieler Wassergewächse wolle man die Tavole per una Anat. delle piante aquatiche von Parlatore betrachten. Leider bringen die vielen Figuren, welche zum Theil sehr ungenau sind, keine anderen Structureigenthümlichkeiten zur Anschauung.

[2]) Caspary, Bulliard. Tfl. VII Fig. 28.

[3]) Vöchting, Tfl. IV Fig. 1.

[4]) Magnus, Najas, Tfl. VII Fig. 2.

[5]) Magnus, Najas, Tfl. VII Fig. 1.

3. Typus. Wenn zu dem einfachen Lufthöhlenkreis noch ein zweiter und dritter hinzutritt, so erhalten wir Uebergänge zu dem dritten Typus, welcher am ausgeprägtesten bei *Potamogeton perfoliatus* anzutreffen ist. Bei *Elodea canadensis* ist unter der 2schichtigen Aussenrinde ein Kreis grösserer Luftgänge vorhanden, an den sich nach innen noch ein zweiter Kreis viel kleinerer Gänge bis zu der etwa 2schichtigen Innenrinde anlegt; dasselbe findet statt bei *Hydrilla*[1]), während bei *Aldrovandia vesiculosa* (Fig. 55) die kleineren Luftgänge zwischen der einschichtigen Aussenrinde und dem grösseren Lufthöhlenkreis sich einschieben. Auch die Ausläufer von *Vallisneria spiralis* gehören mit ihrem äusseren grösseren Lufthöhlenkreis und kleineren einwärts gelegenen hierher, wenn auch die Vertheilung keine so regelmässige ist.

Bei obengenannter Art von *Potamogeton* ist der dritte Typus am schönsten entwickelt. Unter der einschichtigen Aussenrinde folgen bis zu der Innenrinde etwa 4—5 Kreise von grossen, ziemlich regelmässig angeordneten Luftgängen, welche alle durch einschichtige Septen getrennt werden, derart, dass letztere auf dem Querschnitt ein zierliches Netzwerk bilden. Im Wesentlichen ebenso verhalten sich auch die übrigen Arten von *Potamogeton*, jedoch variirt die Zahl der Gänge und der Kreise, in denen sie stehen, nach der Dicke des Stengels. In einigen Fällen ist die äussere Rindenzone gar nicht entwickelt, wodurch die äusseren Luftgänge bis an die Epidermis reichen, so bei *Potamogeton densus* (Fig. 56). Bei den dünnstengeligen Arten *P. pectinatus* und *pusillus*, sowie bei *Zannichellia* hat sich ein Kreis von grossen Luftgängen erhalten, an den sich nach innen, also wie bei *Elodea*, einige kleinere noch anlegen.

Genau dieselbe Vertheilung und Form der Luftgänge wie bei *Potamogeton perfoliatus* kehrt auch bei *Hippuris vulgaris* wieder. Die Aussenrinde ist 1—2schichtig, die Innenrinde 2schichtig, dazwischen ca. 5 vielzählige Kreise regelmässig begrenzter Luftgänge, von denen der innerste am kleinsten ist. *Hottonia palustris*[2]) gehört gleichfalls hierher, indessen zeichnen sich die Lufträume durch unregelmässige Begrenzung und verschiedene Grösse ohne bestimmte Anordnung aus; auch sind die Septen sehr dünn und zart.

Im Allgemeinen herrscht bei allen diesen Luftgängen das Princip, die Septen vorwiegend radial zu stellen, eine Anordnung, welche am besten geeignet ist, das Parenchym gegen radial wirkende Druckkräfte zu festigen. Da diese Festigung nach allen Richtungen bei einem cylindrischen Organ vorgenommen werden muss, so begreift sich daraus die oft so überraschende Regelmässigkeit in dem Aufbau des Parenchyms, die zierliche Radfigur des Querschnitts vieler submerser Stämme.

b) Lysigene Lufträume.

1. Typus. Den Uebergang von der ersten Gruppe zu der zweiten bilden die *Eucallitrichen*[3]), welche sich in jungen Stengeln durch eine sehr regelmässige Anordnung der Parenchymzellen auszeichnen. Von der Schutzscheide bis zur Epidermis sind die Zellen besonders regelmässig nach innen zu in 4—9 concentrische Schichten und gleichzeitig in 12—27 radiale Reihen angeordnet, so dass die äusseren Zellen etwas weiteres Lumen als die inneren erreichen. Auf dem Querschnitt erscheinen die Zellen abgerundet und lassen

[1]) Caspary, Hydrill., pg. XXV Fig. 11.
[2]) Kamienski, Primulac., Tfl. IX Fig. 13.
[3]) Hegelmaier. Callitriche, Tfl. I Fig. 1, 10, 11.

Intercellulargänge zwischen sich offen. Diese regelmässige Anordnung erhält sich gewöhnlich in den Landformen (Fig. 57a), wohingegen in den Stengeln der Wasserformen eine mehr oder minder starke Zerstörung der radialen Reihen in Folge von Dehnung, und zwar nach 2 gegenüberliegenden Seiten, in der Medianebene des zum Internodium gehörigen Blattpaares, stattfindet, derart, dass jederseits ein grösserer Luftgang entsteht, in welchem aber die Reste der zerstörten Zellen sich erhalten. (Fig. 57b.)

Bei *Pseudocallitriche*, wozu *C. autumnalis* gehört, tritt die Zellenzerreissung und Höhlenbildung nur selten ein; es weiten sich gewöhnlich die äusseren Intercellulargänge etwas aus[1]).

2. Typus. Die Internodien des Stengels von *Peplis Portula* werden unter dem etwa 2schichtigen äusseren Rindenparenchym durchzogen von 4 grossen, über's Kreuz gestellten Luftgängen, welche seitlich durch radiale Parenchymsepten geschieden werden (Fig. 58). Von diesen letzteren sind die beiden in der Mediane des zum Internodium gehörigen Blattpaares nur 2schichtig, während die senkrecht darauf stehenden etwa 4 Lagen mächtig sind. Die 4 Parenchymsepten stossen in der Axe zusammen und bilden um die Schutzscheide des axilen Cylinders eine 2schichtige innere Rindenzone. Die Luftgänge entstehen lysigen. Reste der zerstörten Zellen sieht man noch hie und da den Wandungen anhaften.

Die Parenchymzellen erscheinen auf dem Querschnitt rundlich und lassen kleine Intercellulargänge zwischen sich, welche in der Wasserform stärker entwickelt sind als in der Landform[2]).

3. Typus. Die submersen Arten von *Ranunculus* stehen unter den submersen Gewächsen bezüglich der Lufthöhlenbildung ebenso vereinzelt wie auch in Bezug auf ihre Leitbündel, welche isolirt im Parenchym verlaufen, das durch kleine Intercellulargänge aufgelockert erscheint. Die Stengel sind in jungen Stadien noch solide; werden sie älter, so entsteht in der Mitte ein grosser axiler Luftgang durch Zerstörung des Grundgewebes, dessen Reste an der Gangwandung zum Theil noch zu bemerken sind (Fig. 59). Die Lufthöhlenbildung unterbleibt in den kurzgliedrigen Stengeln der Landformen, sie beginnt höchstens an älteren Exemplaren, ohne jedoch grosse Dimensionen zu erlangen.

Hiermit wäre die Mannigfaltigkeit der Vertheilung und Form der Luftgänge im Wesentlichen erschöpft.

Die innerste Lage der Rinde bildet um die axilen Stränge einen geschlossenen Mantel, die sog. Schutzscheide. Nach Russow und Rothert[3]) besteht die typische Schutzscheide so wie sie in den Rhizomen und Wurzeln der Landpflanzen gewöhnlich ausgebildet ist, aus ringsum verkorkten Zellen, wobei zu bemerken ist, dass die Radialwände ganz oder theilweise stärker verkorkt erscheinen, indem hier auch die Mittellamelle von der Verkorkung ergriffen wird. Häufig wird die Wandung durch innen angelagerte Schichten unverkorkter Cellulose verdickt.

Die physiologische Bedeutung der Schutzscheide hat bis jetzt noch keine für alle Fälle befriedigende Erklärung gefunden. Schwendener[4]) schreibt den verkorkten Wänden wesentlich eine mechanische Function zu, indem er darauf hinweist, dass die verkorkte Membran weniger ausdehnungsfähig ist und

[1]) Siehe Hegelmaier, Call., pg. 25, Tfl. I Fig. 13.
[2]) Siehe Costantin, Ann. sc. nat. 1884, Tfl. 14 Fig. 1 u. 2.
[3]) Rothert, pg. 37—38.
[4]) Schwendener, Schutzscheide, pg. 43.

grössere absolute Festigkeit besitzt als reine Cellulosemembran und in Folge dieser Eigenschaft einer gesteigerten Rindenspannung entgegenwirken könne.

Andere halten es für wahrscheinlich, dass die Verkorkung den Zweck habe, die Diffusion von Flüssigkeiten oder gelösten Stoffen zwischen Leitbündel und Rinde zu verhindern oder doch herabzusetzen. Rothert erklärt sich die stärkere Verkorkung der Radialstreifen mit folgender Behauptung: „Die Zweckmässigkeit einer solchen Einrichtung ist einleuchtend; wäre die mittlere Lamelle nicht verkorkt, so könnte die Diffusion durch dieselbe zwischen den Schutzscheidezellen hindurch vor sich gehen; durch die Verkorkung des Streifens dieser Lamelle wird auch dieser Weg abgeschnitten.“ Aber wissen wir denn, dass die Diffusion jemals diesen absonderlichen Weg zu nehmen beliebt? Welche Säfte ferner sind es, die aus den Leitbündeln oder aus der Rinde nicht herausdiffundiren sollen? Hat das Protoplasma auf die Diffusionsvorgänge gar keinen regelnden Einfluss?

Gegen beide Erklärungsversuche lassen sich mancherlei Einwände erheben, wenn auch die Wahrscheinlichkeit zugegeben werden muss, einerseits dass zumal die stark verdickten Schutzscheiden mechanische Bedeutung haben können, anderseits dass die Verkorkung der Membran die Diffusion herabzusetzen im Stande ist.

Ganz abgesehen von der Function der Schutzscheide, constatiren wir, dass in den Stengeln der Wassergewächse eine Reduction derselben eintritt.

Bei den meisten Vertretern ist die Schutzscheide allerdings noch in ihrer typischen Form differenzirt und hinterlässt bei Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure ein ringsum geschlossenes Häutchen, welches an den Tangentialwänden zart ist, an den Radialwänden dagegen entweder in deren ganzer Ausdehnung oder nur in Form eines Streifens stärker verkorkt erscheint. Das erstere Verhalten zeigen die Arten der Gattung *Potamogeton* (Fig. 68), deren Schutzscheidenzellen ausserdem durch Celluloseschichten stark verdickt sein können. Bei *P. perfoliatus*, *nitens*, *crispus*, *acutifolius*, *pusillus* tritt allseitig gleiche Verdickung ein, bei *P. lucens* und *pectinatus* u-förmige. *P. densus* hat dünnwandige Schutzscheidenzellen, deren nachträgliche Verdickung nur eine sehr schwache blieb. *Peplis Portula* (Fig. 66) und die Arten von *Callitriche* besitzen dieselbe Form der Schutzscheide wie *P. densus*. Dagegen sind bei *Hippuris* (Fig. 67), *Myriophyllum* (Fig. 60e, f, g), *Elatine Alsinastrum* die Radialwände nur in Form eines dünnen Streifens, der auf Querschnitten als dunkler Punkt erscheint, stärker verkorkt; von den Tangentialwänden bleibt bei Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure nur ein sehr zartes Häutchen zurück.

Bei anderen, ebenfalls dünnwandigen Schutzscheiden erstreckt sich die Verkorkung nur auf diese schmalen Streifen in den Radialwänden; so verhalten sich *Utricularia*, *Hottonia*, *Elodea*, *Najas*, *Zannichellia*. Hieran schliessen sich endlich die Fälle, in denen gar keine Verkorkung mehr eintritt, mithin die Schutzscheide nur der Lage und Form nach charakterisirt ist, so bei *Ceratophyllum*, *Aldrovandia*, *Lemna trisulca*, deren Schutzscheidenwandungen sich in Schwefelsäure vollständig auflösen.

Aus dem Vorkommen vollkommen unverkorkter Schutzscheiden bei submersen Gewächsen könnte man den Schluss ziehen, dass die Function derselben überhaupt bei diesen Pflanzen nicht mehr voll in Kraft tritt und dass auch die verkorkten Schutzscheiden von *Myriophyllum* und anderen typischen untergetauchten Gewächsen Bildungen vorstellen, die in der Reduction begriffen sind. Da aber die Function der Schutzscheiden noch nicht mit Sicherheit erkannt ist, so muss diese Frage als eine offene angesehen werden.

Das Hautgewebe ist an den Stengeln der submersen Gewächse in Folge der besonderen Lebensbedingungen wenig von dem darunter lagernden Parenchym verschieden differenzirt. Es besteht in der Regel aus etwas kleinzelligeren Elementen, die, von der Fläche betrachtet, sich als kürzere oder längere Rechtecke oder Polygone darstellen. (Fig. 60a u. b, Fig. 61a, Fig. 62a, Fig. 63, 64, 65.) Sie wiederholen im Allgemeinen die Eigenthümlichkeiten, welche sie auch an den Blättern besitzen, enthalten also meist Chlorophyll, bilden keine Spaltöffnungen aus und erzeugen nur eine dünne Cuticula an der Aussenwandung. Die im Wasser lebenden Gewächse bedürfen weit weniger der Schutzeinrichtungen, die wir an dem Hautgewebe des Stengels von Luftpflanzen auftreten sehen.

An den Landformen dagegen differenzirt sich eine typische, chlorophyllfreie, spaltöffnungsführende Epidermis wie an den Blättern so auch am Stengel. Haarbildungen treffen wir vereinzelt an, so bei *Hottonia*, *Callitriche*, *Utricularia*. Die Function der Köpfchenhaare derselben ist unbekannt. Unter normalen Verhältnissen erzeugen die Stengel der submersen Gewächse keinen Kork. Dagegen können bei Verletzungen die Wunden durch sog. Wundkork verschlossen werden, wie ich dies bei *Myriophyllum spicatum* beobachtet habe. Es treten in den Parenchymzellen unterhalb der verletzten Stelle tangentiale und radiale Zellwände auf und es bildet sich auf diese Weise eine geschlossene Korkschicht.

3. Mechanisches System.

Es wurde schon oben darauf hingewiesen, dass die submersen Gewächse, in erster Linie diejenigen, welche langgestreckte Internodien entwickeln, in einem Medium leben, welches keine Ansprüche auf grosse Biegungsfestigkeit an die Stengel stellt, im Gegentheil gerade eine bedeutende Biegsamkeit und Schlaffheit der Organe erfordert. Somit fallen in den Stengeln der genannten Gewächse auch alle Einrichtungen hinweg, welche bei den Landpflanzen bestimmt sind, Biegungsfestigkeit zu bewirken. Die Leitbündel rücken nach der Axe zusammen und bilden durch Verschmelzung axile Stränge, ein besonderes mechanisches System wird nicht ausgebildet, denn es genügt zur Erreichung der nöthigen Zugfestigkeit der Zusammenhalt der Parenchymzellen und die Lagerung der langgestreckten Elemente in die Axe, wie bei den Wurzeln, und in minder ausgeprägter Form in den Rhizomen.

Das Parenchym ist in der Regel zartwandig und ebenso die Elemente des axilen Bündels. Hier und da tritt besonders in alten Stengeln höchstens eine schwach collenchymatische Verdickung der Membranen ein (*Ceratophyllum*, *Myriophyllum*).

Die einzigen Ausnahmen in Bezug auf gänzliche Unterdrückung des mechanischen Systems bilden gewisse *Potamogetonen*. Bei denselben haben sich unter der Epidermis oder in der Rinde und zwar in den Kanten der Lufthöhlensepten isolirte Bastbündel erhalten, welche zum Theil kleine Rindenleitbündel, in einem Falle, bei *Pot. lucens*, sogar noch vollständige mit Xylem und Phloëm versehene, bei den andern nur zartwandige kleine Phloëmgruppen umschliessen. Das Nähere darüber wurde schon oben mitgetheilt und hervorgehoben, dass alle diese Rindenbündel, auch die aus lauter Bastfasern bestehenden, wohl aus kleinen Leitbündelchen mit mechanischen Scheiden durch allmähliche Reduction der leitenden Elemente entstanden sein könnten und dass bei einigen Arten wie *Pot. densus* und *crispus* eine völlige Unterdrückung

der Bündel schon stattgefunden habe. Wenn auch diesen Bündeln bei den dickstengeligen Arten, namentlich wenn sie in fliessendem Wasser gedeihen, eine gewisse Bedeutung nicht abgesprochen werden kann, so scheint dieselbe doch nicht allzu bedeutend zu sein, weil andere mit diesen Arten gesellig auftretende fluthende Gewächse der Fasern entbehren und ihre Zugfestigkeit wesentlich durch den Zusammenhang der Zellen erlangen.

Ebenso verhält es sich mit den starken Bastfasern, welche in den complicirter gebauten axilen Strängen gewisser *Potamogetonen* auftreten, sowie mit den Verdickungen der Schutzscheide. Bei *Zannichellia* treffen wir keine Spur von dickwandigen Elementen mehr an.

Inwieweit es berechtigt ist, das Auftreten oder den Mangel der Bastfasern bei den einzelnen *Potamogeton*-Arten als Anpassungen an die speciellen Lebensbedingungen aufzufassen, also anzunehmen, dass gewisse dickstengelige Formen Bastfasern entwickeln, weil sie in stark fluthendem Wasser vegetiren, Arten aus ruhigem Wasser dagegen solcher entbehren, weil sie ihrer nicht mehr bedürfen, muss durch umfassende Vergleichungen noch genauer untersucht werden. Dass die speciellen Lebensbedingungen nicht unbedingt entscheidend sind, lehrt die Thatsache, dass häufig Arten mit Bastbündeln und andere ohne solche an ein und demselben Standort durcheinander wachsen.

Indessen geht aus den Angaben Schwendener's[1]) schon hervor, dass solche specielle Anpassungen bei manchen formenreichen Arten wohl zu constatiren sind. So hat z. B. *Pot. fluitans* ein ziemlich entwickeltes System von Rindenbündeln, während die Varietät *β stagnatilis* Koch, welche in stehendem Wasser wächst, derselben vollständig entbehrt.

Die Reduction des mechanischen Gewebesystems vermag man auch an typischen Landpflanzen, wofern sie die nöthige Plasticität besitzen, bei zufällig submerser Lebensweise zu erkennen. So verschwindet bei *Cardamine pratensis* im Wasserstengel der dicke mechanische Ring, welcher im Landstengel die Leitbündel seitlich verbindet, ebenso wie auch der Bastbeleg des Phloëms[2]).

4. Secret- und Excretbehälter.

Weitaus die meisten submersen Gewächse entbehren der Excret- und Secretbehälter vollständig, so dass es den Anschein hat, als ob der Stoffwechsel ohne Bildung von bleibenden Abscheidungsproducten glatt aufginge. Oxalsaurer Kalk allein scheint weitere Verbreitung bei ihnen zu besitzen. Er wird sogar bei *Myriophyllum*[3]) (Fig. 60h u. i) in besonderen Drüsenzellen, die den Parenchymsepten der Luftgänge anhaften, abgelagert. Bei *Peplis* treten solche Drüsen im Rindenparenchym und Mark auf. Gerbstofffführende Schläuche finden sich in ziemlich bedeutender Menge in den Stengeln und Blättern von *Ceratophyllum*[4]),

[1]) Schwendener, Mechan. Princip, pg. 121 u. 122.
[2]) Schenck, Ber. d. Bot. Ges. 1884, pg. 483, Tfl. XIV Fig. 3 u. 4.
[3]) Vergl. Vöchting pg. 14.
[4]) De Klercker pg. 4, Tfl. I Fig. 1.

sowie bei *Vallisneria*, hier sogar auch in den Leitbündeln (Fig. 45). Raphidenschläuche kommen nur der *Lemna trisulca*[1]) zu.

Dagegen mangeln überall Milchröhren oder Gänge, Drüsen, die mit Harz oder ätherischen Oelen sich erfüllen. Das Fehlen dieser Bildungen scheint mit ihrer biologischen Bedeutung, welche allerdings noch unbekannt ist, zusammenzuhängen.

[1]) Hegelmaier, Lemnac. pg. 50.

3. Abschnitt.

Die Wurzelstructur der submersen Gewächse.

Das Wurzelsystem erlangt an den submersen Pflanzen keine bedeutende Entwicklung, am reichlichsten noch bei solchen, welche eine mehr amphibische Lebensweise führen, wohingegen bei ausschliesslich submersen, welche nicht mehr im Stande sind, Landformen zu bilden, die Wurzeln sogar völlig unterdrückt werden können, so bei *Utricularia*, *Aldrovandia*, *Ceratophyllum*.

Frühzeitig stirbt die Hauptwurzel ab und es beginnt an den unteren Internodien die Bildung von dünnen Adventivwurzeln, welche in den Schlamm oder Sandboden sich einsenken. Verzweigung dieser Adventivwurzeln in zarte Seitenwürzelchen tritt bei den mehr amphibischen Wassergewächsen ein und auch dort nur vereinzelt, so bei *Peplis*, *Myriophyllum*, *Batrachium* etc.; die Adventivwurzeln der monocotylen Wasserpflanzen sind meist einfach.

Alle diese Adventivwurzeln haben keine sehr lange Dauer, denn in gleichem Masse wie sich das Laub durch Weiterwachsen an den Zweigenden und bei allmählichem Absterben von unten erneuert, sprossen auch aufwärts von den unteren Knoten an neue Adventivwurzeln hervor, welche die alten ersetzen. Diese Erscheinung ist besonders bei den *Callitrichen* ausgeprägt.

Da in mehreren Fällen die Wurzeln völlig unterdrückt sind, die Hauptwurzel höchstens am Embryo noch schwach angedeutet erscheint (*Ceratophyllum*), oder auch an demselben gänzlich fehlt (*Utricularia*), so ist schon aus dieser Thatsache der Schluss gerechtfertigt, dass die Wurzeln überhaupt bei den submersen Gewächsen von keiner grossen Bedeutung für die Aufnahme von Wasser und Nährsalzen und die Zuleitung derselben zu dem assimilirenden Gewebe sein können. Es lässt sich dies ferner daraus schliessen, dass die Blattleitbündel der submersen Pflanzen in den Blattspreiten nur eine sehr geringe Entwicklung erfahren, in der Mehrzahl der Fälle nur in Form eines einzigen medianen Bündels vorhanden sind, dessen Elemente ausserordentlich englumig sind und nur sehr wenige Gefässe (in vielen Fällen nur 1 oder 2) führen. Es ist kaum denkbar, dass diese wenigen Gefässe resp. Gefässgänge das ganze assimilirende Gewebe versorgen. Man vergleiche beispielsweise das Verhältniss von Blattspreite zu dem medianen Bündel bei *Elodea canadensis* (Fig. 13). Ausserdem fällt unter Wasser die Transpiration hinweg, so dass aus allen diesen Gründen schon gefolgert werden kann, dass die Aufnahme der Salze wie auch der Kohlensäure für das assimilirende Gewebe und des Wassers direct aus dem Medium durch die Epidermis der Blätter resp. Stengel geschieht.

Anderseits erscheint es aber auch nicht angängig, die Gefässe oder Gefässgänge in den Wurzeln und Stengeln ausschliesslich submerser Gewächse wie *Elodea*, *Potamogeton pectinatus* etc., *Zannichellia* etc. für völlig zwecklose ererbte Bildungen zu erklären. Möglich, dass sie von Bedeutung sind für die Zuleitung von Bodensalzen zu den wachsenden Regionen und zu den Blüthen.

Auch die Wurzelhaare erleiden eine Reduction und werden in manchen Fällen überhaupt nicht ausgebildet, so bei *Hippuris*, *Myriophyllum*, *Vallisneria*, *Elodea*, *Hydrilla*, *Lemna trisulca*[1]).

Das Rindenparenchym der Wurzeln behält seine gleiche Anordnung wie auch in den Wurzeln der Landpflanzen bei. Es zeichnet sich ebenso wie auch die Epidermis aus durch Zartwandigkeit. Letztere ist aber stets aussen cutienlarisirt und häufig erscheint auch noch die nächstinnere Schicht zum Theil mit cutinisirten Wandungen. Das Parenchym ist mehr oder minder regelmässig in concentrische Schichten und radiale Reihen angeordnet und zeigt wie auch im Stengel das Bestreben, Intercellularräume zu entwickeln. In den einfachsten Fällen ist das Parenchym ziemlich geschlossen und erzeugt die luftführenden Intercellularräume nur in den Kanten, in denen seine Zellen zusammenstossen, wobei nach der Peripherie zu die Räume etwas grösser sind, als in unmittelbarer Umgebung der Schutzscheide (*Vallisneria*, Fig. 83a); oder die Intercellularräume können sich erweitern und kleinere Gänge bilden (*Hippuris*). Häufig weichen die radialen Reihen in der äusseren Parthie der Rinde seitlich auseinander, so dass es zur Bildung eines Ringes von grösseren Luftgängen kommt (*Potamogeton crispus*, *densus*, *pectinatus*). Bei einigen Arten werden diese Radialsepten zum Theil durch radiale Streckung zerstört, klappen zusammen und geben so Veranlassung zur Entstehung grosser Lacunen, in denen ihre Reste noch zu erkennen sind (*Myriophyllum*, *Callitriche vernalis*, *Ranunculus aquatilis*, *fluitans*), eine Erscheinung, welche wir auch in den Stengeln von *Callitriche* auftreten sahen.

In der Wurzel von *Elatine Alsinastrum* ist die Bildung der Lufthöhlen eine ganz eigenartige und isolirt dastehende. Um den axilen Strang liegen mehrere Schichten von längsgestreckten Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich erscheinen und untereinander durch Ausbuchtungen in Verbindung stehen. Zwischen der Epidermis und der inneren Rinde schiebt sich eine ringförmige Lufthöhle ein, welche von radial gestellten, aus 1 oder wenigen gestreckten Zellen bestehende Zellfäden, die innen an entsprechende Ausbuchtungen der Zellen der inneren Rinde sich anfügen, durchsetzt wird. Diese Bildung kommt dadurch zu Stande, dass bei der Streckung der Wurzel die äusseren Parenchymzellreihen die Längsstreckung nicht mit ausführen, sondern sich zur Bildung des Lufthöhlenringes nur in radialer Richtung ausdehnen, so dass die Radialsepten nicht geschlossen bleiben, sondern wie die Sprossen einer Leiter aus übereinander liegenden getrennten Zellfäden sich aufbauen.

Da die meisten Wurzeln der submersen Gewächse sehr dünn sind, so bleibt die Zahl der Parenchymschichten und -Reihen nur eine geringe. Bei *Vallisneria* (Fig. 83a) befinden sich zwischen Epidermis und Schutzscheide nur 4 concentrische Schichten und circa 12 radiale Reihen, bei *Lemna trisulca* sogar nur 2 Schichten und circa 7 Reihen. Diese Wurzeln sind also ausserordentlich dünne Gebilde.

Die innerste Lage des Rindenparenchyms, von welcher die radialen Reihen ausstrahlen, bildet die Schutzscheide um den Leitbündelstrang. Sie ist bezüglich der Verkorkung viel ausgeprägter als in den Stengeln. In den meisten Fällen erstreckt sich die Verkorkung sowohl auf die Radial- als die Tangential-

[1]) Vergl. Fr. Schwarz, Wurzelhaare.

wandungen, wobei erstere wiederum stärker verkorkt erscheinen als letztere. Dagegen sind bei *Elodea*, *Potamogeton densus* und *crispus*, *Vallisneria*, *Lemna trisulca* nur die Radialwände in Form von Streifen mit Suberin imprägnirt. Ueberall bleiben die Schutzscheiden zartwandig.

Mechanisches Gewebe wird nirgends im Parenchym ausgebildet.

Der axile Leitbündelstrang, welcher von der Schutzscheide umschlossen wird, setzt sich entsprechend der Dünnheit der Adventivwurzeln bei den submersen Gewächsen meist nur aus verhältnissmässig wenigen Elementen zusammen, welche überall die überhaupt für die Wurzeln typische, radiale Anordnung beibehalten. Was über die Differenzirung der Leitbündelelemente des Stammes oben auseinandergesetzt wurde, gilt auch für diejenigen der Wurzel. Gefässe werden nur in geringer Zahl ausgebildet; bei den meisten monocotylen submersen Pflanzen erfahren diese wenigen Gefässe insofern eine Reduction in ihrer Differenzirung, als die Resorption der Querwände schon eintritt, ehe die charakteristischen Wandverdickungen angelegt werden. Die Gefässe erscheinen dann als einfache, mit Flüssigkeit erfüllte Gänge. Auch die Phloëmgruppen erleiden eine Vereinfachung. In sehr vielen Fällen gelangen in jeder derselben nur je eine Siebröhre mit ihrer Geleitzelle zur Entwicklung. Die Gefässplatten stossen im Centrum zusammen und gestatten keine Entwicklung von Mark.

Da die Wurzeln einer verhältnissmässig kurzen Lebensdauer unterliegen, so tritt in den meisten Fällen und namentlich bei allen monocotylen submersen Pflanzen niemals ein Cambium auf, durch dessen Thätigkeit neue Gefässe und Siebröhren gebildet würden. Nur bei einigen mehr amphibisch vegetirenden Dicotylen, wie *Hippuris*, *Elatine*, erscheint ein Cambium, das aber bald seine Theilungen einstellt.

Zwischen den Gefässplatten und den Phloëmgruppen treffen wir überall eine dünne Zone zartwandiger, langgestreckter, parenchymatischer Elemente, welche von van Tieghem als „tissu conjonctif“ oder Verbindungsgewebe bezeichnet worden sind. Auch in den Gefässplatten können solche Zellen ausgebildet sein (*Myriophyllum spicatum*). Da dieses Parenchym, soweit es unmittelbar die Gefässe umgibt, höchst wahrscheinlich bei der Leitung des Wassers in den letzteren mit betheiligt ist und dem Holzparenchym in den Leitbündeln des Stengels entspricht, so könnte es auch mit demselben Namen belegt werden, vor allem in den Fällen, wo die Phloëmgruppen von der Xylemparthie durch Cambium getrennt erscheinen.

In den meisten der hier besprochenen Wurzeln, so bei allen Monocotylen, wird aber das Cambium gar nicht angelegt oder angedeutet und das Verbindungsgewebe stellt dann zusammen mit dem in gleicher Weise ausgebildeten Pericambium, von welchem keine Seitenwurzeln mehr erzeugt werden, gewissermassen eine Art Grundgewebe des Stranges vor, in welches die Siebröhrengruppen und die Gefässe eingebettet liegen. In diesen Fällen entspricht das Verbindungsgewebe ganz den parenchymatischen Elementen, welche in den einfacheren axilen Strängen der Stämme ohne Dickenwachsthum zwischen Phloëm und Xylem liegen. Eine Unterscheidung in Phloëm- resp. Xylemparenchym ist nicht angängig, zumal in den einfachsten Wurzeln Siebröhren und Gefässe nur durch eine Lage solcher Zellen getrennt erscheinen. Die Bezeichnung „Verbindungsgewebe“ dürfte am zweckmässigsten für derartige Fälle sein.

Wie die axilen Stränge der Stämme, so unterwerfen wir auch diejenigen der Wurzeln am besten einer gesonderten Untersuchung bei den hier in Betracht kommenden Dicotylen und Monocotylen, welche in einigen Punkten Verschiedenheiten zeigen. Innerhalb beider Gruppen lassen sich die Wurzelstränge nach dem Grade der Vereinfachung zu je einer Uebergangsreihe zusammenstellen, welche besonders bei den Monocotylen mit sehr reducirten Endgliedern abschliesst.

α) Dicotylen.

Ein Blick auf die Figuren 69—74, welche in Querschnitten die Anordnung der Elemente in den Wurzeln von ***Elatine alsinastrum***, ***Hippuris vulgaris***, ***Myriophyllum spicatum*** und ***alterniflorum***, ***Ranunculus fluitans*** und ***aquatilis*** veranschaulichen, lehrt, dass überall die radiale Vertheilung der Xylem- und Phloëmgruppen beibehalten bleibt. Auf die wohlausgeprägte Schutzscheide folgt nach innen zunächst eine Schicht zartwandiger, ziemlich weitlumiger, langgestreckter Zellen, das Pericambium, welches von van Tieghem als „membrane rhizogène" bezeichnet wird, da sie die Stätte bezeichnet, wo die Bildung der Seitenwurzeln ihren Ursprung nimmt. Unmittelbar unter dem Pericambium folgen mehrere regelmässig vertheilte kleine Gruppen von Phloëm und abwechselnd mit diesen die englumigen Erstlingsgefässe, von denen die Bildung der Gefässplatten nach innen bis zur Axe vorschreitet. Siebröhren und Gefässe sind überall deutlich differenzirt. Zuweilen kann trotz ursprünglich regelmässiger Anlage hie und da die nachträgliche Ausbildung der Phloëmgruppen oder Gefässstrahlen eine etwas ungleichartige werden, so bei *Myriophyllum spicatum* in Fig. 71a. Wenn zarte Seitenwürzelchen an den Adventivwurzeln erzeugt werden, so besitzen dieselben im Allgemeinen einen ähnlich gebauten Strang wie letztere, nur verringert sich die Zahl der ihn zusammensetzenden Elemente. Durch Wegfall von Erstlingsgefässen kann die Gruppirung auch eine unregelmässige werden. So zeigt Fig. 71b den Querschnitt durch eine solche zarte Seitenwurzel von *Myriophyllum spicatum* mit nur 2 Gefässen, welche aber nicht diametral gegenüberstehen.

Die unverzweigten und dünnen Adventivwurzeln der ***Callitriche***-Arten zeigen unter den Dicotylen die einfachsten Wurzelstränge, welche sich nur aus sehr wenigen Elementen zusammensetzen. Fig. 75a stellt den Querschnitt durch den diarchen Wurzelstrang von ***Callitriche stagnalis*** dar. Auf das wenigzellige Pericambium folgt in der Richtung eines Durchmessers eine Gefässplatte aus 3 Gefässen, wovon das mittlere, etwas weitlumigere, in der Axe liegt. Zu beiden Seiten liegen die auf je 1 Siebröhre mit ihrer Geleitzelle reducirten Phloëmgruppen. Die Geleitzellen stossen unmittelbar an das axile Gefäss, während zwischen die beiden Siebröhren und die Erstlingsgefässe sich je eine oder zwei Verbindungszellen einschieben. Die Landform von *Callitriche stagnalis* (Fig. 75b) besitzt in der Gefässplatte noch ein Gefäss mehr.

Ganz ähnliche Zusammensetzung aus wenigen Elementen zeigt der triarche Strang der Wurzel von ***Call. vernalis*** (Fig. 76).

β) Monocotylen[1]).

Die axilen Wurzelstränge der monocotylen submersen Gewächse weichen von denen der dicotylen in einigen Punkten ab. Ihre Reihe endigt mit höchst einfachen Gebilden, in denen sogar die Differenzirung von Siebröhren zu unterbleiben scheint.

In der Betrachtung der Einzelformen sei der Ausgang von dem scharf differenzirten Wurzelstrang einer Schwimmpflanze genommen, von ***Potamogeton natans*** (Fig. 77), an welchen sich die übrigen *Potameen* direct anschliessen.

[1]) Vergl. auch Van Tieghem, Symétr. de struct. pg. 159. Structure de quelques racines adventives de plus en plus simples.

Der Wurzelstrang ist pentarch gebaut. Er enthält somit 5 Siebtheile, die aber alle auf je eine weitlumige, deutliche Siebröhre mit je einer nach innen ihr anlagernden Geleitzelle beschränkt erscheinen. Diese 5 Siebröhren liegen nun nicht mehr innerhalb des Pericambiums, sondern sind in dasselbe hineingerückt und stossen unmittelbar an die dickwandige, wohlentwickelte Schutzscheide. Dagegen haben die 5 zuerst angelegten, englumigen Gefässe des Stranges ihre normale Lage unter dem Pericambium mit den Siebtheilen alternirend beibehalten. In der Axe des Stranges verlaufen 2 weite, nebeneinanderliegende Gefässe, welche von den 5 zuerst gebildeten Gefässen und den Siebtheilen durch eine Lage „cellules conjonctives" getrennt sind. Die Gefässstrahlen, welche sich hier sehr vereinfacht darstellen, sind also nicht geschlossen, wie dies beispielsweise bei *Ranunculus fluitans* der Fall ist. Siebtheile und Gefässtheile rücken durch Wegfall von Elementen enge zusammen und erstere sogar in das Pericambium hinein. Auch erzeugen diese Wurzeln nie ein Cambium; sie scheinen nur für einjährige Lebensdauer ausgebildet zu werden. Die Gefässe sind bei *Pot. natans* deutlich differenzirt mit netzförmigen Verdickungen und perforirten Querwänden. Mit Ausnahme der Siebröhren verdicken die übrigen Elemente des Stranges etwas ihre Wandung.

Potamogeton densus (Fig. 78) hat genau die gleiche Anordnung und Zahl der Elemente im Wurzelstrang. Indessen bleiben hier alle Zellen dünnwandig. Die grossen Siebröhren treten deutlich mit ihren Geleitzellen hervor. Die Gefässe aber erfahren keine deutliche Differenzirung der Wandung; auf Längsschnitten sieht man keine Verdickungen oder nur schwache Spuren, so dass die Gefässe als Gänge erscheinen. Ueberhaupt erfahren in den Wurzeln der monocotylen submersen Gewächse die Gefässe, obwohl sie überall sofort zu erkennen sind, keine weitgehende Ausbildung. Die Resorption der Querwände tritt meist ein, bevor Verdickungen angelegt werden.

Potamogeton crispus (Fig. 79) schliesst sich an vorhergehende Art an mit dem einzigen Unterschiede, dass in der Axe nur ein Gefässgang vorhanden ist, welcher bei allen im Folgenden beschriebenen Wurzeln wiederkehrt.

Potamogeton pectinatus (Fig. 80) zeichnet sich dagegen schon durch eine weitergehende Vereinfachung durch Ausfall von Elementen aus, insofern als von den Gefässen die 5 peripherischen unterdrückt sind und nur das axile, dessen Wandung mit zarten Spiralen verdickt erscheint, sich erhalten hat. Die 5 Siebröhren, seitlich durch 2—4 Pericambiumzellen getrennt, sind wie bei den vorhergehenden Arten ausgebildet. Das Verbindungsgewebe schiebt sich in Form eines nur einschichtigen Mantels zwischen das axile Gefäss und den Siebröhren-Pericambium-Mantel.

Zannichellia palustris (Fig. 81) unterscheidet sich von *Pot. pectinatus* im Bau des Wurzelstranges nur durch den Mangel von Verdickungen in dem axilen Gefäss.

Bei beiden ist zu bemerken, dass der radiale Bau des Stranges in einen genau concentrischen übergegangen ist.

Von den Wurzelsträngen der submersen *Potameen* weicht derjenige von ***Elodea canadensis*** darin ab, dass das Pericambium sich hier als geschlossene Ringzone noch erhalten hat, dass somit die Siebröhren, die nebst ihren Geleitzellen zu je einer die 4 oder 5 Phloëmtheile repräsentiren, ihre normale

Lage besitzen (Fig. 82). Das tetrarche oder pentarche Bündel[1]) zeigt im Uebrigen dieselbe Ausbildung wie bei *Potamogeton crispus*. Van Tieghem[2]) gelang es, in den Gefässen an den Wandungen zarte, spiralige Verdickungen nachzuweisen, welche aber später, zunächst im axilen Gefäss, resorbirt zu werden scheinen. Caspary's Darstellung[3]) ist ungenau und ebenso bedarf der von ihm beschriebene Wurzelstrang von *Hydrilla verticillata*[4]) einer erneuten Untersuchung.

Die einfachsten Wurzelstränge unter den monocotylen Wasserpflanzen besitzen ***Vallisneria spiralis*** und die ***Lemnaceen.***

Bei ersterer folgt auf die im Querschnitt aus etwa 9 Zellen bestehende Schutzscheide ein einfacher Ring zartwandiger, langgestreckter Elemente, welche einen axilen Gang umgeben. Letzterer entspricht dem axilen Gefäss der übrigen Arten. Von den ihn umgebenden Zellen erblicken wir auf Querschnitten in dreien je eine Tangentialwand, welche eine innere kleinere und eine äussere grössere Zelle scheidet (Fig. 83b). Diese 3 getheilten Elemente liegen regelmässig im Ringe vertheilt und werden durch je zwei einfache Elemente seitlich getrennt. Zieht man zum Verständniss dieser Bildung den Strang von *Zannichellia* (Fig. 81) in Vergleich, so liegt die Annahme nahe, dass wir in den drei durch Tangentialwände getheilten Elementen je eine Siebröhre mit ihrer Geleitzelle zu erblicken haben. Es gelang mir wegen der Englumigkeit derselben nicht, auf Längsschnitten mit Sicherheit Siebplatten nachzuweisen, doch dürfte aus Gründen der Analogie die Siebröhrennatur dieser Gebilde sehr wahrscheinlich sein. Die zwischen den fraglichen Siebröhren gelegenen Zellen, je 2 an Zahl, würden sich dann als letzter Rest des Pericambiums darstellen und der ganze Wurzelstrang würde triarch gebaut sein. Alle übrigen Elemente bis auf das axile Gefäss sind geschwunden.

Van Tieghem[5]) hat die Tangentialwände übersehen und betrachtet die zwischen Schutzscheide und axilem Gang gelegenen Zellen als Pericambium. Er glaubt ferner, dass die Zellreihe, aus welcher der axile Gang entstände, dem gesammten Xylem und Phloëm der höher differenzirten Wurzeln homolog zu erachten seien, dass somit der einfache Wurzelstrang eine Hemmungsbildung vorstelle. Diese Ansicht theile ich nicht. Die Vereinfachung ist bedingt durch Wegfall von Elementen. Müller[6]) hat ebenfalls die Tangentialwände übersehen.

Noch einfacher gestalten sich die Verhältnisse für den Strang der kurzen, zarten und vergänglichen Adventivwurzeln von ***Lemna trisulca*** (Fig. 84), indem hier innerhalb der auf dem Querschnitt 7 zelligen Schutzscheide nur ein Ring von 7 zartwandigen, langgestreckten Zellen folgt, welche einen engen axilen Canal umschliessen. Tangentialwände sind in ersteren nicht mehr zu erkennen. Es erscheint zweifelhaft ob unter diesen Elementen sich Siebröhren vorfinden. Hegelmaier[7]) bezeichnet sie als Cambiform, ich möchte sie als homolog der Siebröhren-Pericambiumzone der übrigen betrachteten Wurzelstränge setzen. Auch *Lemna minor* (Fig. 85) hat denselben Bau des Stranges. In dem axilen Gang

[1]) Van Tieghem, Symétr. de struct., bildet den Querschnitt eines pentarchen Bündels ab (Tfl. VI Fig. 39).
[2]) Ibid. pg. 168 u. Tfl. VI Fig. 40.
[3]) Caspary, Hydrill. pg. 460.
[4]) Ibid. pg. 395.
[5]) Van Tieghem, l. c. pg. 172, Tfl. VI Fig. 42.
[6]) Müller, Vallisneria, pg. 55, Tfl. IV Fig. 39.
[7]) Hegelmaier, Lemn. pg. 97.

lassen sich bei beiden Arten Verdickungen nicht nachweisen, doch folgt seine Gefässnatur aus dem Vergleich mit dem im übrigen ebenso einfach gebauten Wurzelstrang von *Spirodela polyrrhiza*, in welchem Hegelmaier[1]) ringförmige, streckenweise auch spiralige Verdickungen des axilen Gefässes nachgewiesen hat. Van Tieghem[2]) sagt von der Zellreihe, aus welcher der Gang entsteht: „c'est la cellule-mère du cylindre de cambium, frappée d'arrêt de développement avant d'avoir pu se diviser en cellules cambiales.“ Ebenso wenig wie für *Vallisneria* ist diese Ansicht auch für *Lemna* haltbar. Auch Russow[3]) ist der Ansicht, dass wir es hier nicht mit Hemmungsbildungen zu thun haben.

Vallisneria und *Lemna* besitzen die einfachsten Wurzelstränge unter allen Gefässpflanzen. Von grosser Bedeutung für die Versorgung des assimilirenden Gewebes mit Nährsalzen können sie unmöglich sein, sie stellen reducirte Bildungen vor.

Von dem Wurzelstrang von ***Najas major*** gibt van Tieghem[4]) an, dass unter der Schutzscheide 2 Schichten gleichgestalteter, zartwandiger langgestreckter Zellen liegen, welche einen centralen Gang umschliessen. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass sich in ersteren Siebröhren nachweisen lassen.

Zum Schlusse sei bemerkt, dass Wurzeln von Land- oder Uferpflanzen, falls sie im Wasser sich entwickeln, die Tendenz verrathen, die für die Wasserwurzeln überhaupt typischen Eigenschaften anzunehmen[5]). In der Rinde bilden sich grössere luftführende Intercellularräume aus, die Gefässe im Strange werden reducirt, dickwandige Elemente durch dünnwandige vertreten. Je nach der Anpassungsfähigkeit der betreffenden Gewächse werden die Unterschiede grössere oder geringere. Andererseits nähern sich die Wurzeln der Landformen der submersen Gewächse mehr oder weniger in der Structur den typischen Landwurzeln.

Vergleichen wir die axilen Stränge der Wurzeln mit denen der Stengel, so treten uns die bekannten Differenzen in der Anordnung der Phloëm- und Xylemgruppen entgegen. Russow[6]) hat die Ansicht vertreten, dass die Wurzelstränge sich von Leitbündeln mit centralem Xylem und peripherischem Phloëm ableiten. Dagegen setzt Falkenberg[7]) wohl richtiger den Wurzelstrang dem Centralcylinder des Stengels homolog und glaubt, dass man es in dem Centralcylinder der Wurzel ebenfalls mit verschiedenen Strängen zu thun habe. Ganz abgesehen von dieser Streitfrage bleibt die Gruppirung der Leitbündeltheile trotz der Verschmelzung zu axilen Strängen im Stamm und in der Wurzel eine andere und nur in den Endgliedern der stark reducirten Stränge der submersen Pflanzen treffen wir in beiden Organen gleichartige Bildungen an. In dem axilem Strang des Stengels von *Elodea* (Fig. 44) erblicken

---

[1]) Hegelmaier, Lemnac., pg. 100.
[2]) Van Tieghem l. c. pg. 174. Tfl. VI, Fig. 43.
[3]) Russow, pg. 59.
[4]) Van Tieghem, l. c., pg. 170. Tfl. VI, Fig. 41.
[5]) Costantin. Ann. sc. nat. 7. sér. I. pg. 173 ff.
[6]) Russow, pg. 11 u. 12.
[7]) Falkenberg, pg. 194.

wir einen radialen Bau ähnlich wie in der Wurzel dieser Pflanze (Fig. 82), welcher durch die eigenthümliche Verschmelzung aus 4 Leitbündeln zu Stande gekommen ist. *Potamogeton pectinatus* und *Zannichellia palustris* dagegen besitzen sowohl im Stengel wie in der Wurzel genau concentrischen Bau der einfachen Bündel (Fig. 42 a, 43 und Fig. 80, 81). Auch *Najas* dürfte sich beiden in diesem Verhalten anschliessen. Aus gänzlich verschiedenen Anfangsgliedern gehen somit im Laufe der phylogenetischen Entwickelung durch Vereinfachung gleichartige Endformen hervor.

Bonn, botanisches Institut. December 1885.

Litteratur-Verzeichniss.

F. W. C. Areschoug: Jemförende Undersökningar öfver Bladets Anatomi. Lund 1878.

E. Askenasy: Ueber den Einfluss des Wachsthumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen. Bot. Ztg. 1870. (Ranunculus aquatilis und divaricatus.)

E. Bornet: Recherches sur le Phucagrostis major Cavol. Ann. sc. nat. Bot. 5. sér. I. 1864.

J. Borodin: Spaltöffnungen bei Callitriche autumnalis. Bot. Ztg. 1869.

J. Borodin: Ueber den Bau der Blattspitzen einiger Wasserpflanzen. Bot. Ztg. 1870.

R. Caspary: Die Hydrilleen. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. I. 1858 Berlin.

R. Caspary: Ueber Hydrilla verticillata. Amtl. Bericht der Vers. deutscher Naturf. u. Aerzte. Königsberg 1860.

R. Caspary: Aldrovandia vesiculosa. Bot. Ztg. 1859 und 1862.

R. Caspary: Bulliarda aquatica DC. Schriften phys. öcon. Ges. Königsberg I. 1860.

R. Caspary: Bemerkungen über die Schutzscheide und die Bildung des Stammes und der Wurzel. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. IV. 1865/66 Leipzig.

R. Caspary: Ueber die Gefässbündel der Pflanzen, vorlfg. Mitth. Kgl. Acad. der Wiss. Berlin 1862, Juli 10.

G. A. Chatin: Recherches d'anatomie comparée végétale. Anatomie de la famille des Najades. Compt. rend. hebd. des séances de l'Acad. des sc. Paris 1854, Bd. XXXIX. pg. 1044.

G. A. Chatin: Anatomie de la Vallisneria spiralis. Bull. soc. bot. France I. 1854 Paris.

G. A. Chatin: Anatomie comparée des végétaux, Plantes aquatiques monocotylédones. Paris 1857—1862.

G. A. Chatin: Faits d'anatomie et de physiologie pour servir à l'histoire de l'Aldrovandia. Bull. soc. bot. France V. 1858. Paris.

F. Cohn: Ueber Aldrovandia vesiculosa. Flora 1850, p. 673.

J. Costantin: Recherches sur la structure de la tige des plantes aquatiques. Ann. sc. nat. Bot. 6. sér. XIX. 1884. Paris.

J. Costantin: Recherches sur l'influence qu'excerce le milieu sur la structure des racines. Ann. sc. nat. Bot. 7. sér. I. 1885. Paris.

J. Costantin: Observations critiques sur l'épiderme des feuilles des végétaux aquatiques. Bull. soc. bot. France XXXII. 1885.

A. De Bary: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877.

P. Duchartre: Études sur les Zostéracées. Compt. rend. hebd. des séances de l'Acad. des sc. Paris 1854. Bd. XXXIX, pg. 1008 u. 1080.

P. Duchartre: Quelques observations sur les caractères anatomiques des Zostera et Cymodocea. Bull. soc. bot. France XIX. 1872. Paris.

P. Falkenberg: Vergl. Untersuchungen über den Bau der Monocotylen. 1876. Stuttgart. (Pot. crispus, Zostera mar., Vallisn. spir.)

A. B. Frank: Beiträge zur Pflanzenphysiologie II. Ueber die Entstehung der Intercellularräume der Pflanzen. Leipzig 1868.

J. Grönland: Beitrag zur Kenntniss von Zostera. Bot. Ztg. 1851, pg. 185.

G. Haberlandt: Physiologische Pflanzenanatomie im Grundriss. Leipzig 1884.

Fr. Hegelmaier: Monographie der Gattung Callitriche. Stuttgart 1864.

Fr. Hegelmaier: Die Lemnaceen. Leipzig 1868.

Fr. Hegelmaier: Ueber verschiedene Entwicklungs-Erscheinungen an jugendlichen Theilen einiger Wassergewächse. (Blattspitzen von Myrioph. und Ceratoph.) Bot. Ztg. 1871, pg. 493.

Th. Holm: Recherches anatomiques sur deux Monocotylédones submergées. (Halophila Baillonii et Elodea densa.) Bihang till k. svenska Vet-Acad. Handlingar, Bd. 9. Stockholm 1885.

Th. Irmisch: Ueber das Vorkommen von schuppen- oder haarförmigen Gebilden innerhalb der Blattscheiden bei monocotylen Gewächsen. Bot. Ztg. 1858, pg. 177.

Fr. Kamienski: Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Utricularien. Bot. Ztg. 1877.

Fr. Kamienski: Vergleichende Anatomie der Primulaceen. Abhandl. der naturforsch. Ges. in Halle. XIV. 1878.

J. de Klercker: Sur l'anatomie et le développement de Ceratophyllum. Bihang till k. svenska Vet-Acad. Handlingar, Bd. 9. Stockholm 1885.

N. Lewakoffski: Ueber den Einfluss des Wassers auf das Wachsthum der Stengel und Wurzeln einiger Pflanzen. Gelehrte Schriften der Kais. Universität Kasan 1873. Russisch. Ref. Bot. Jahresber. 1873, pg. 594.

N. Lewakoffski: Zur Frage über den Einfluss des Mediums auf die Form der Pflanzen. Ibid.

P. Magnus: Beiträge zur Kenntniss der Gattung Najas. Berlin 1870.

P. Magnus: Einige Bemerkungen zu dem Aufsatz des Herrn J. Borodin „Ueber den Bau der Blattspitze etc.“. Bot. Ztg. 1871.

F. Müller: Untersuchungen über die Structur einiger Arten von Elatine. Flora 1877, pg. 481, Tfl. VII.

J. Fr. Müller: Die Entwicklung von Vallisneria spiralis. Bot. Abh. von J. Hanstein. III. Bonn 1878.

C. Nägeli: Das Wachsthum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässpflanzen und die Anordnung der Gefässstränge im Stengel. Beitr. zur wiss. Bot. I. Heft. Leipzig 1858.

Fil. Parlatore: Tavole per una Anatomia delle piante aquatiche. Firenze 1881.

K. Prantl: Morphologische Studien II. Was ist unter Cambiform zu verstehen? Flora 1876.

N. Pringsheim: Zur Morphologie der Utricularien. Mtsber. kgl. Acad. Wissensch. Berlin 1869.

W. Rothert: Vergl. anatom. Untersuchungen über die Differenzen im primären Bau der Stengel und Rhizome krautiger Phanerogamen nebst einigen allgemeinen Betrachtungen histologischen Inhalts. Dorpat 1885. Inaug.-Diss.

E. Russow: Betrachtungen über das Leitbündel- und Grundgewebe. Dorpat 1875.

C. Sanio: Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers. Bot. Ztg. 1863. Nachschrift pg. 408.

C. Sanio: Einige Bemerkungen in Betreff meiner über Gefässbildung geäusserten Ansicht. Bot. Ztg. 1865 p. 184. (Hippuris, Ceratophyll., Trapa, Anacharid. etc.).

B. Scheifers: Anatomie der Laubsprosse von Potamogeton. Bonn 1877. Inaug.-Diss.

H. Schenck: Ueber Structuränderung submers vegetirender Landpflanzen. Ber. deutsch. bot. Ges. II. 1884. Berlin.

M. J. Schleiden: Beiträge zur Kenntniss der Ceratophylleen. Beitr. z. Botanik. Leipzig 1844.

Fr. Schwarz: Die Wurzelhaare der Pflanzen. Unters. bot. Inst. Tübingen I. 1883 Leipzig.

S. Schwendener: Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen. Leipzig 1874.

S. Schwendener: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen, Abhandl. der kgl. Acad. d. Wissensch. Berlin 1882.

E. Strasburger: Das botanische Practicum. Jena 1884. (Hippuris, Elodea).

Ph. van Tieghem: Anatomie de l'Utriculaire commune. Ann. sc. nat. Bot. 5 sér. X. 1868.

Ph. van Tieghem: Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires I. La racine. Ann. sc. nat. Bot. 5. sér. XIII. 1870—71.

Herm. Vöchting: Zur Histologie und Entwicklungsgeschichte von Myriophyllum. Nova Acta Acad. Leopold. XXXVI. Dresden 1872.

G. Volkens: Ueber Wasserausscheidung in liquider Form an den Blättern höherer Pflanzen. Jahrb. bot. Garten. Berlin II. 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Blattstructur.

Fig. 1. *Ceratophyllum demersum.*

a) Querschnitt durch einen Blattzipfel, Chlorophyll zum Theil eingezeichnet.
b) Leitbündel des Blattes mit den benachbarten Parenchymzellen im Querschnitt.
c) Epidermis des Blattes, von der Fläche gesehen.
d) Die subepidermale Parenchymlage, von der Fläche gesehen.

Fig. 2. *Utricularia minor.*

a) Querschnitt durch den unteren Theil eines Blattes.
b) Querschnitt durch einen Endzipfel.

Fig. 3. *Utricularia vulgaris.*

a) Querschnitt durch den unteren Theil eines Battes. Chlorophyll in der Epidermis. Die grösseren Intercellularen sind mit stärkeren Conturen versehen.
b) Querschnitt durch den oberen Theil eines kleinen Endzipfelchens.
c) Epidermis der Blattzipfel von oben, mit den Köpfchenhaaren.
d) Subepidermale Parenchymschicht, von der Fläche gesehen.

Fig. 4. *Myriophyllum spicatum.*

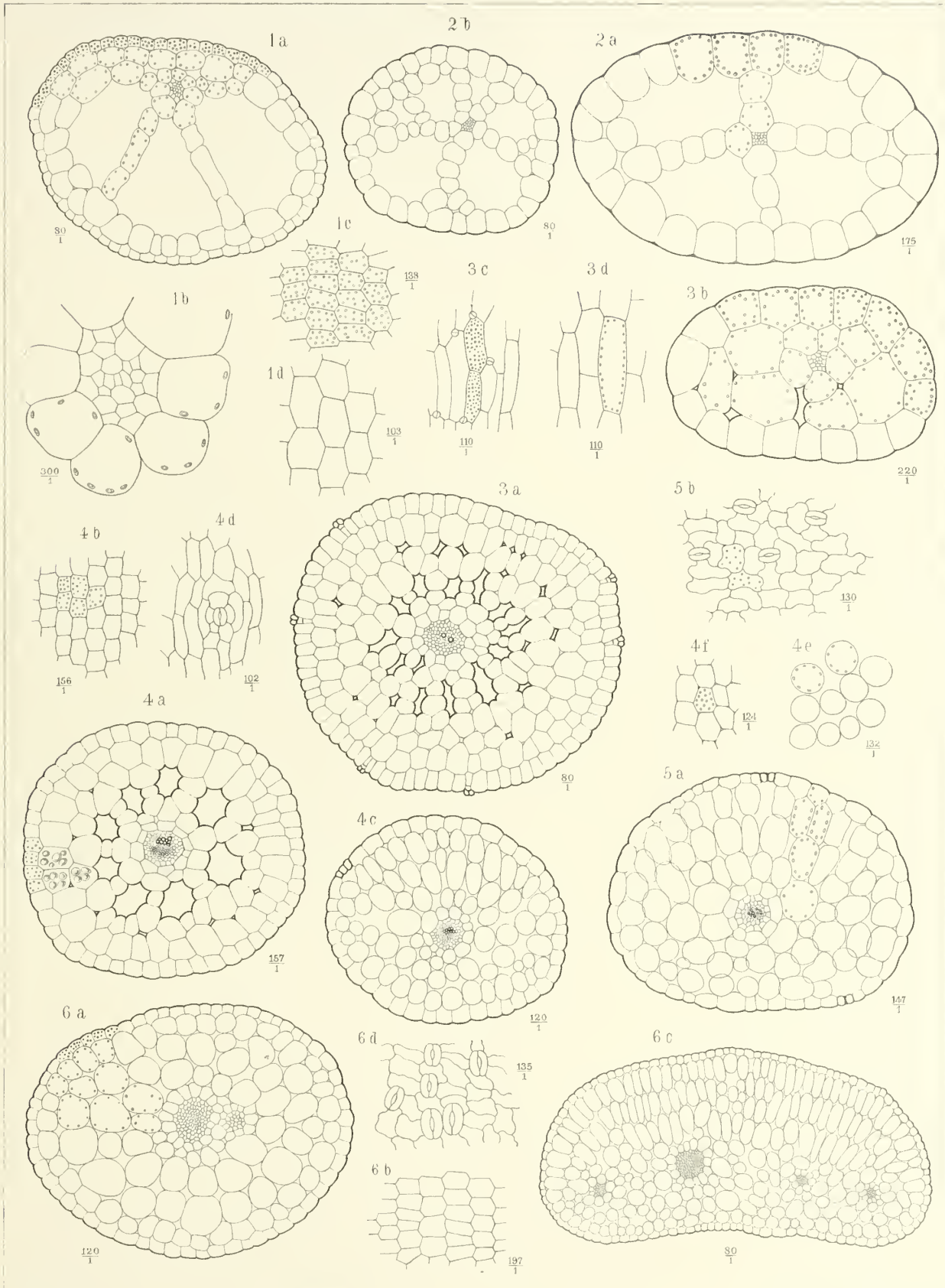
a) Querschnitt durch ein Blattfiederchen der Wasserform. Epidermis mit Chlorophyll, Parenchym von grossen Stärkekörnern mit schwachgrüner Hülle erfüllt.
b) Epidermis der Blattfiederchen, von oben gesehen.
c) Querschnitt durch ein Blattfiederchen der Landform; Epidermis ohne Chlorophyll, aber mit Spaltöffnungen.
d) Blattepidermis der Landform, von oben gesehen.
e) Subepidermale, Palissadenparenchymartige Schicht der Oberseite eines Blattfiederchens der Landform, von oben gesehen.
f) Subepidermale Parenchymschicht der Unterseite desselben Fiederchens, von oben gesehen.

Fig. 5. *Myriophyllum alterniflorum.*

a) Querschnitt durch ein Blattfiederchen der Landform, Epidermis sparsam kleine Chlorophyllkörperchen noch enthaltend.
b) Epidermis desselben, von oben gesehen.

Fig. 6. *Ranunculus fluitans.*

a) Blattzipfel der Wasserform im Querschnitt; das Leitbündel hat sich in 2 Bündel für die nächstfolgenden Zipfel gespalten; Radialer Bau.
b) Epidermis der Blattzipfel der Wasserform, von oben gesehen.
c) Querschnitt durch einen Blattzipfel der Landform. Epidermis ohne Chlorophyll. Dorsiventraler Bau.
d) Epidermis der Oberseite desselben, von oben gesehen.


1a
80/1
2b
80/1
2a
175/1
1c
138/1
3c
110/1
3d
110/1
3b
220/1
1b
300/1
1d
103/1
3a
80/1
5b
130/1
4b
156/1
4d
102/1
4f
124/1
4e
132/1
4a
157/1
4c
120/1
5a
147/1
6a
120/1
6d
135/1
6b
197/1
6c
80/1

Tafel II.

Blattstructur.

Fig. 7. *Ranunculus aquatilis.*

a) Querschnitt durch einen verbreiterten Blattzipfel der Landform; zeigt die für die Luftblätter typische Differenzirung der Gewebe.
b) Epidermis der Oberseite,
c) Epidermis der Unterseite desselben Zipfels.

Fig. 8. *Ranunculus divaricatus.*

a) Querschnitt durch einen Blattzipfel der Wasserform.
b) Epidermis desselben, von oben gesehen.
c) Subepidermale Parenchymschicht, von oben gesehen.

Fig. 9. *Isoëtes lacustris.*

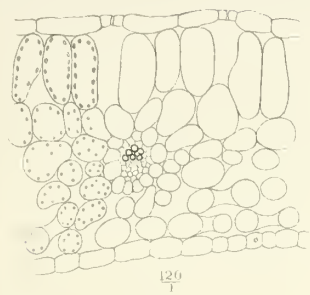
a) Querschnitt durch ein submerses Blatt. Gefässbündel mit lysigenem Gang, nach oben mit einem wenige Gefässe enthaltenden Holztheil, nach unten im Halbkreis Phloëmgruppe.
b) Aussenwandung eines Luftganges desselben im Querschnitt, ep. Epidermis.
c) Epidermis des Blattes, von oben gesehen.
d) Die subepidermale Parenchymschicht, von oben gesehen.

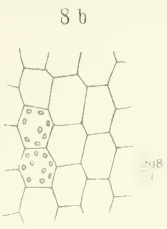
Fig. 10. *Litorella lacustris.*

a) Querschnitt durch das Blatt eines submersen Exemplars.
b) Blattepidermis der Oberseite.
c) Blattepidermis der Unterseite.

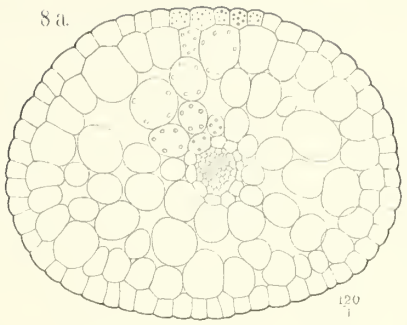
Fig. 11. *Potamogeton pectinatus.*

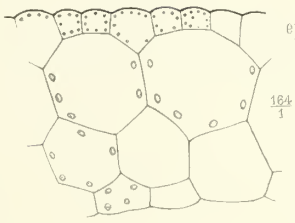
a) Blattquerschnitt; ein mediales Bündel, zwei seitliche, letztere angedeutet. Zartblätterige Varietät.
b) Epidermis desselben Blattes, von oben gesehen.
c) Subepidermale Parenchymschicht desselben Blattes, von oben gesehen.
d) Blattquerschnitt. Grossblätterige robustere Varietät.


7a
120/1

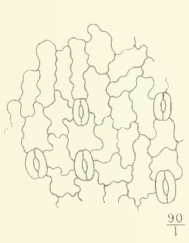

8b
208/1

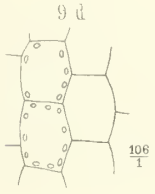
8c
178/1

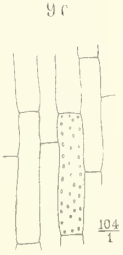

8a.
120/1


9b
ep
164/1

7c
82/1

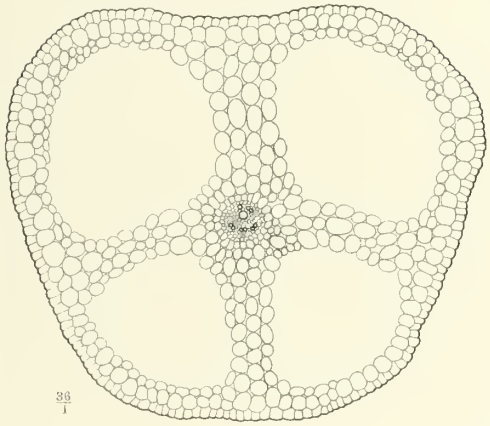

7b
90/1

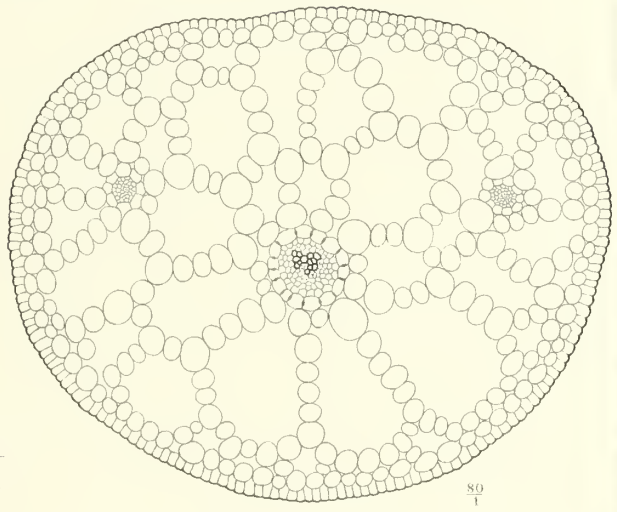

9d
106/1

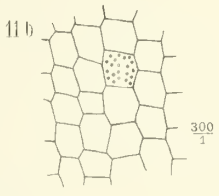

9c
104/1

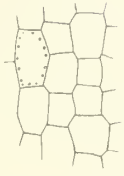
10b
110/1

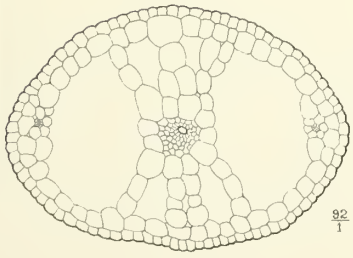
10c
110/1

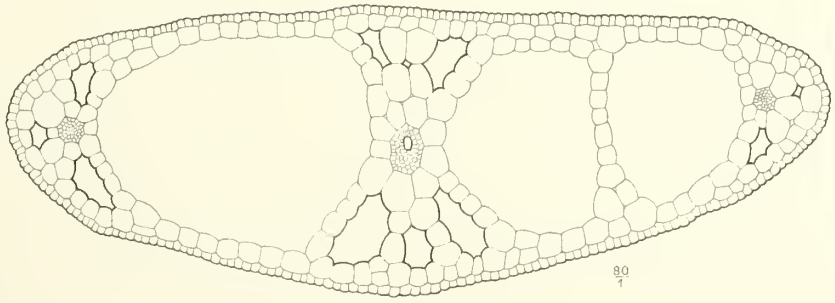

9a
36/1


10a
80/1


11b
300/1


11c
157/1


11a
92/1


11d
80/1

Tafel III.

Blattstructur.

Fig. 12. *Zannichellia palustris.*
Blattquerschnitt. Im Bündel ein Gefässgang.

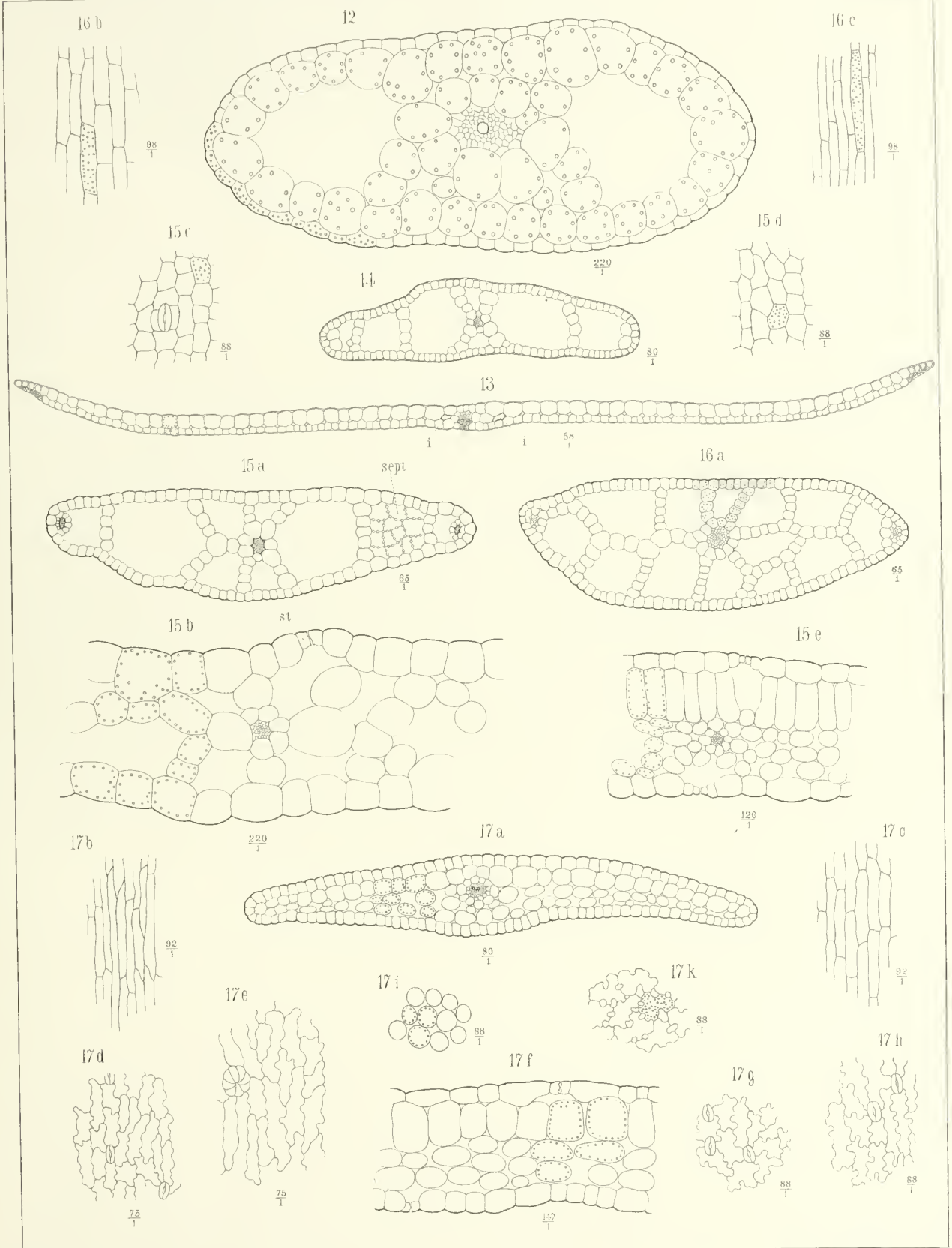
Fig. 13. *Elodea canadensis.*
Blattquerschnitt. Unter dem medianen Bündel eine Fasergruppe, auch die Epidermiszellen der Unterseite daselbst faserartig entwickelt. Am Blattrande einige Epidermiszellen der Unterseite, ebenfalls langgestreckt und verdickt. i. Intercellulargänge.

Fig. 14. *Aldrovandia vesiculosa.*
Querschnitt durch den Blattstiel. Lufträume bis an die Epidermis stossend. Letztere bildet die assimilirende Gewebeschicht. Blattbündelchen angedeutet.

Fig. 15. *Alisma Plantago.*
a) Querschnitt durch ein lineales zartes Blatt einer submers gekeimten jungen Pflanze. Lufthöhlen bis zur chlorophyllhaltigen Epidermis reichend. 1 medianes und 2 laterale Blattbündel. Sept. = perforirtes einschichtiges zartes Querseptum der Luftgänge.
b) Querschnitt durch ein Blatt derselben Pflanze, welches eine etwas erbreiterte Spreite besass und den Uebergang zu den Luftblättern zeigte. Die Parenchymsepten gruppiren sich annähernd zu einer Art von Schwammparenchym; auf der Oberseite bilden sich Spaltöffnungen (St.)
c) Epidermis der Oberseite,
d) Epidermis der Unterseite desselben Blattes.
e) Querschnitt durch die eiförmige Spreite eines gestielten Luftblattes einer auf Schlamm gekeimten jungen Luftpflanze. Structur der Epidermis und des Parenchyms wie bei einem typischen Luftblatt.

Fig. 16. *Alisma natans.*
a) Querschnitt durch ein submerses schmallineales Blatt.
b) Epidermis der Oberseite,
c) Epidermis der Unterseite desselben.

Fig. 17. *Callitriche vernalis.*
a) Querschnitt durch ein submerses schmallineales Blatt. Epidermis ohne Chlorophyll und Spaltöffnungen.
b) Epidermis der Oberseite,
c) Epidermis der Unterseite desselben Blattes.
d) Epidermis der Oberseite,
e) Epidermis der Unterseite eines submersen Blattes mit erbreiteter Spreite, Uebergang zu den Schwimmblättern; erstere mit Spaltöffnungen.
f) Querschnitt durch das Blatt der Landform.
g) Epidermis der Oberseite,
h) Epidermis der Unterseite desselben Blattes.
i) Subepidermale Parenchymschicht der Oberseite, Palissadenschicht.
k) Subepidermale Parenchymschicht der Unterseite, Schwammparenchym. Beide von demselben Blatte und von der Fläche betrachtet.


16 b
98/1
12
220/1
16 c
98/1
15 c
88/1
14
80/1
15 d
88/1
13
i i 58/1
15 a
sept
65/1
16 a
65/1
15 b
st
220/1
15 e
120/1
17 b
92/1
17 a
80/1
17 c
92/1
17 i
88/1
17 k
88/1
17 e
75/1
17 d
75/1
17 f
147/1
17 g
88/1
17 h
88/1

Tafel IV.

Blattstructur.

Fig. 18. *Hottonia palustris.*

a) Quersehnitt durch einen Zipfel des gefiederten Blattes
b) Blattepidermis.
c) Subepidermales Parenchym, von der Fläche gesehen.

Fig. 19. *Lemna trisulca.*

a) Quersehnitt durch den Sprossstiel.
b) 2. Sprossglied, oberer Theil, im Querschnitt. Epidermis nur mit sehr wenigen kleinen Chlorophyllkörperchen.
c) Epidermis desselben, von oben gesehen.
d) Subepidermales Parenchym, von oben gesehen.
e) Querschnitt durch eine Taschenwandung, Epidermis der Aussenseite wie gewöhnlich ausgebildet, die der Innenseite dem Parenchym gleichgestaltet.

Fig. 20. *Vallisneria spiralis.*

a) Querschnitt aus dem oberen Theil des Blattes mit dem medianen Bündel. Luftgänge regelmässig parallel neben einander laufend.
b) Medianes Leitbündel aus dem Blatt im Quersehnitt. Zeigt dieselbe Zusammensetzung wie die Leitbündel des Stammes.
c) Blattepidermis, von oben gesehen.

Fig. 21. *Zostera marina.*

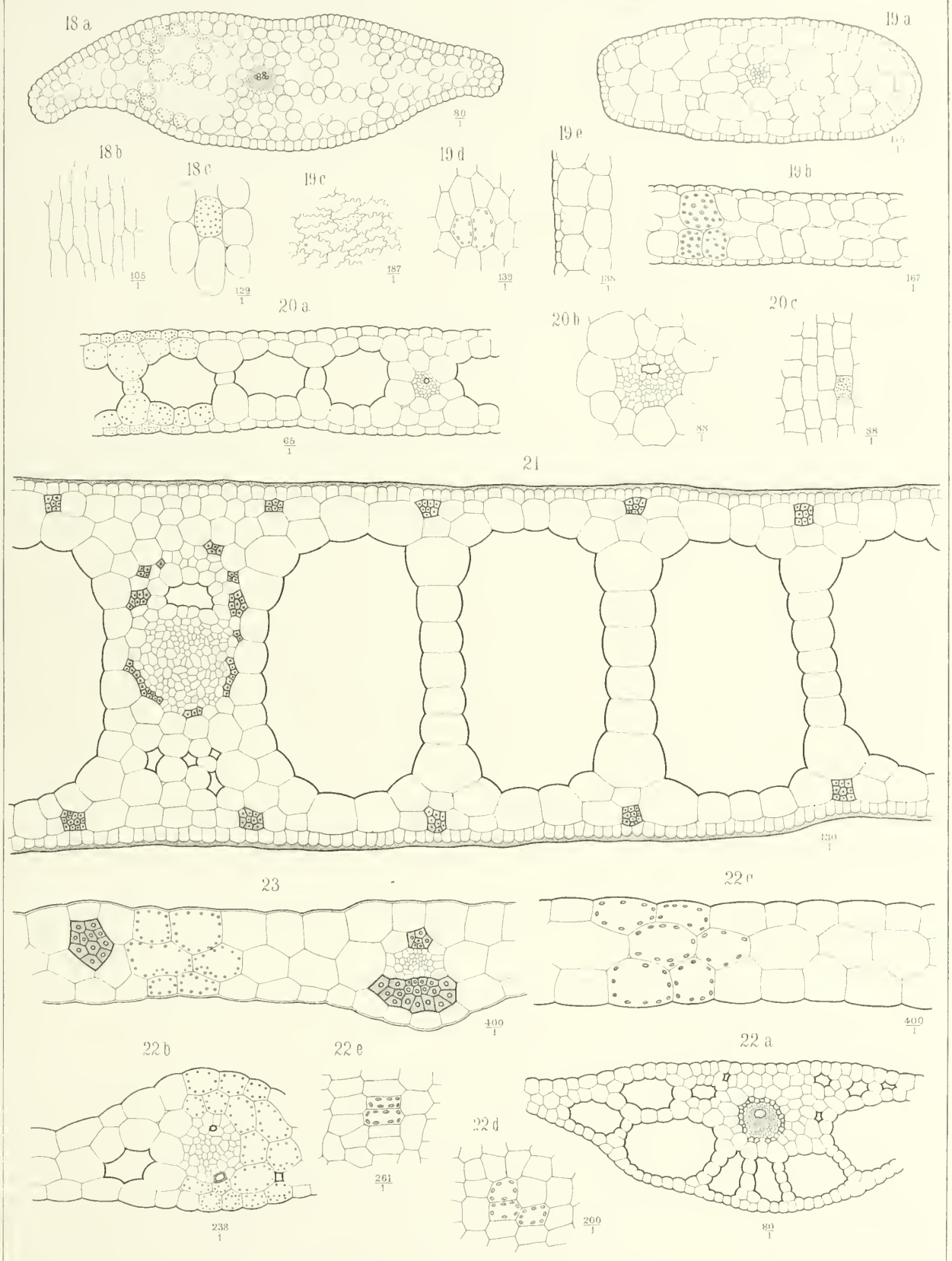
Blattquersehnitt mit dem medianen Leitbündel, welches aus dem nach oben gelagerten Holztheil, einen lysigenen Gang umschliessend, und dem nach unten gelagerten grossen Siebtheil besteht und aussen einen unterbroehenen Ring von Fasergruppen besitzt. Bastrippen unter der Epidermis regelmässig vertheilt.

Fig. 22. *Potamogeton densus.*

a) Blattmedianus im Quersehnitt. Leitbündel angedeutet, mit Bastfasern im Umkreis.
b) Seitenrippe im Querschnitt. Im Xylem des Bündels ein enger Gang, durch Resorption aus Ringgefässen entstanden. Die Ringe bleiben im Gange erhalten. Phloëm mit Siebröhren. An der Unterseite eine Bastfaser.
c) Blattlamina zwischen den Rippen, im Querschnitt.
d) Epidermis der Blattoberseite, von oben gesehen.
e) Epidermis der Blattunterseite, von oben gesehen.

Fig. 23. *Potamogeton acutifolius.*

Blattquerschnitt mit Lateralbündel, welches oben und unten Bastbelege zeigt. Ausserdem in der Lamina subepidermale Bastrippen regelmässig vertheilt.


18 a
80/1
19 a
18 b
105/1
18 c
129/1
19 c
187/1
19 d
139/1
19 e
138/1
19 b
167/1
20 a.
65/1
20 b
88/1
20 c
88/1
21
130/1
23
400/1
22 c
400/1
22 b
238/1
22 e
261/1
22 d
200/1
22 a
80/1

Tafel V.

Stammstructur.

Fig. 24. *Peplis Portula.*

Querschnitt durch den axilen Strang des Stengels eines submers erwachsenen Exemplars. m Mark, phl äussere Phloëmzone. phl[1] innere Phloëmzone.

Fig. 25. *Elatine Alsinastrum.*

Querschnitt durch den axilen Strang eines dünnstengeligen Exemplars. Im Inneren des Xylemringes zartwandiges Mark, aussen der Phloëmring bis zur Schutzscheide.

Fig. 26. *Utricularia vulgaris.*

Querschnitt durch den axilen Strang des Stengels. m collenchymatisch verdicktes Mark, phl Phloëmring, xyl Holztheil, nur an der Unterseite zwischen Mark und Phloëmring entwickelt; aussen die Schutzscheide.

Fig. 27. *Utricularia minor.*

Axiler Strang im Querschnitt. Sehr zartstengeliges Exemplar. Nur ein Gefäss im Holztheil. Anordnung der Elemente wie bei voriger Art.

Fig. 28. *Callitriche stagnalis.*

Axiler Strang im Querschnitt.

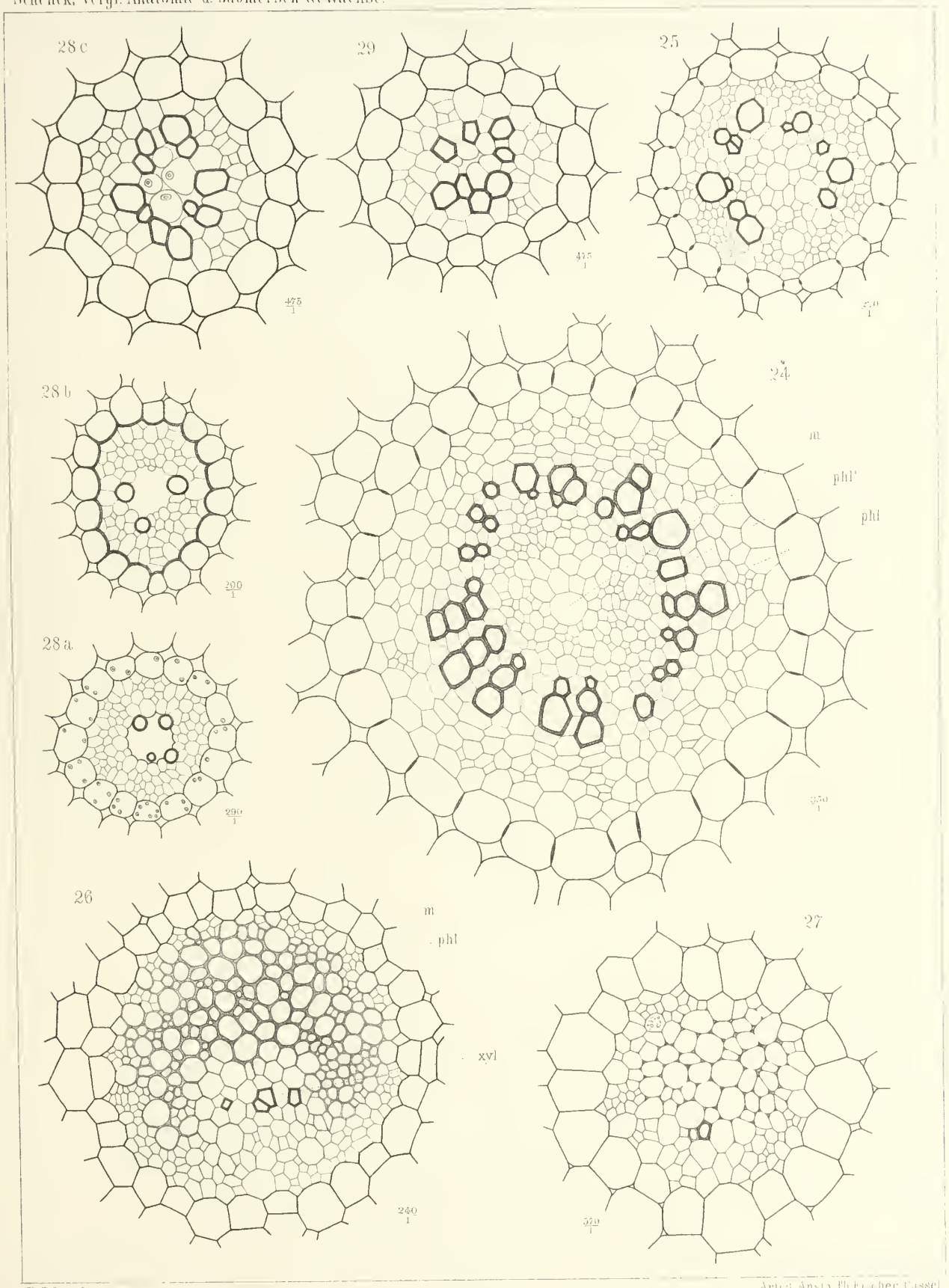
a) aus dem Stengel der Wasserform. Mark resorbirt.

b) desgl., Schutzscheide etwas verdickt.

c) aus dem Stengel der Landform. Gefässe in grösserer Zahl. Markzellen erhalten geblieben. Phloëmring sehr schmal.

Fig. 29. *Callitriche vernalis.*

Axiler Strang, im Querschnitt. Landform. Mark erhalten. Im Phloëmring nur etwa 4 Siebröhren erkennbar.



H Schenck gez

Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel

Tafel VI.

Stammstructur.

Fig. 30. *Hottonia palustris.*

Axiler Strang des Stengels im Querschnitt. Auf den Gefässring folgt nach innen ein markähnliches Holzparenchym mit den Ueberresten der zuerst gebildeten Gefässe; die aus Erstlingsgefässen entstandenen Intercellularlücken mit stärkeren Conturen gezeichnet.

Fig. 31. *Aldrovandia vesiculosa.*

Axiler Strang des Stengels im Querschnitt. In der Axe der durch Resorption von Ringgefässen entstandene Gang, umgeben von Holzparenchymzellen, auf welche nach aussen bis zu der unverkorkten Schutzscheide eine dicke Phloëmringzone folgt.

Fig. 32. *Ceratophyllum demersum.*

Axiler Strang im Querschnitt. In der Axe der lysigene Xylemgang, Holzparenchym verdickt. Phloëmzone sehr entwickelt, mit grossen Siebröhren.

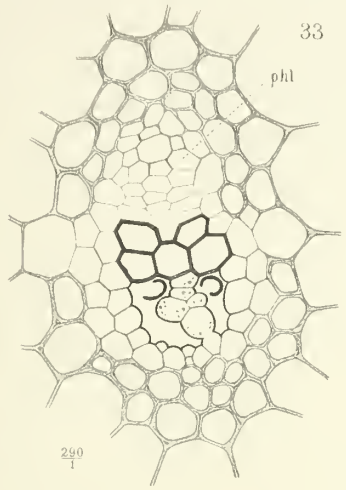
Fig. 33. *Ranunculus aquatilis.*

Querschnitt durch ein einzelnes Gefässbündel aus dem Stamm der submersen Form. Die zuerst gebildeten Gefässe sind resorbirt zu 2 Gängen, die von zartem Holzparenchym umgeben werden. (In der Regel nur 1 solcher Gang.) Das Bündel wird von einer schwach verdickten mechanischen Scheide, die zu beiden Seiten unterbrochen ist, umgeben. phl Phloëm.

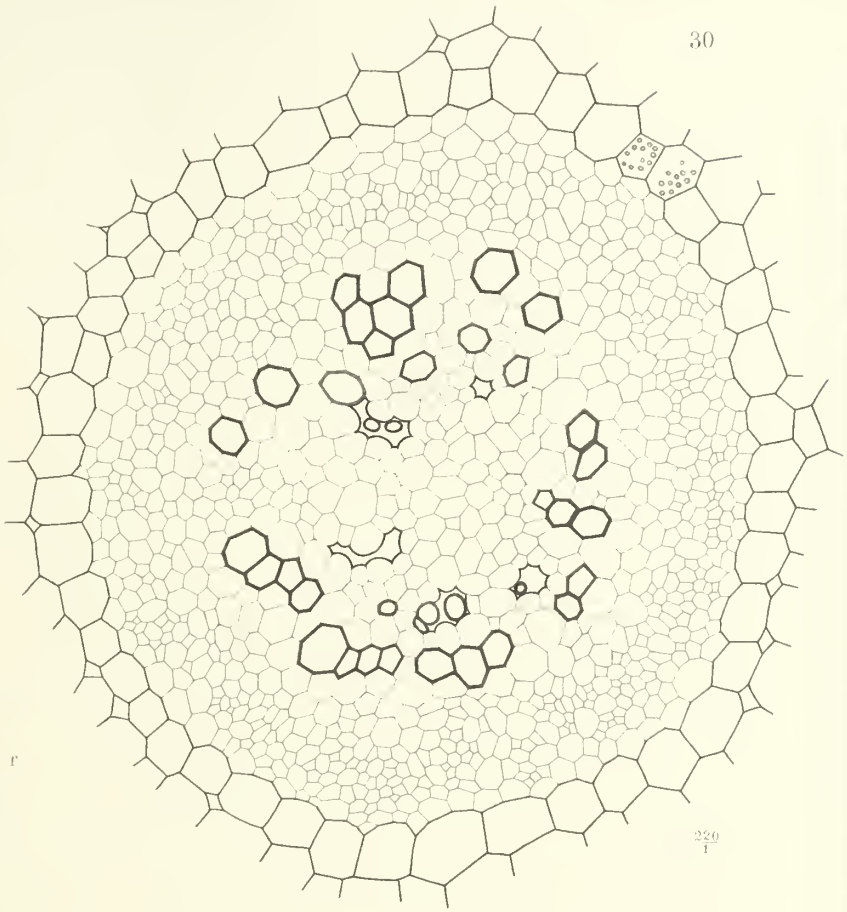
Fig. 34. *Ranunculus divaricatus.*

Gefässbündel aus dem Stamm. Untergetauchtes Exemplar. Die Scheide m ist nicht verdickt. Im Holztheil nur ein Gang. phl Phloëm. r Rindenparenchym mit grossen zusammengesetzten Stärkekörnern.

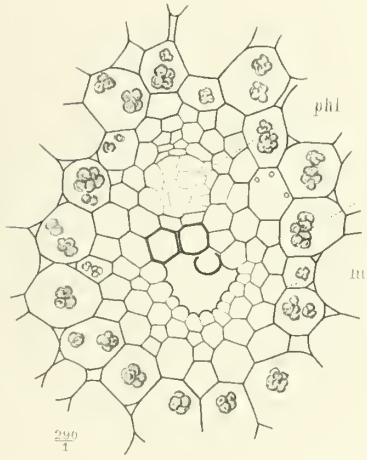
33



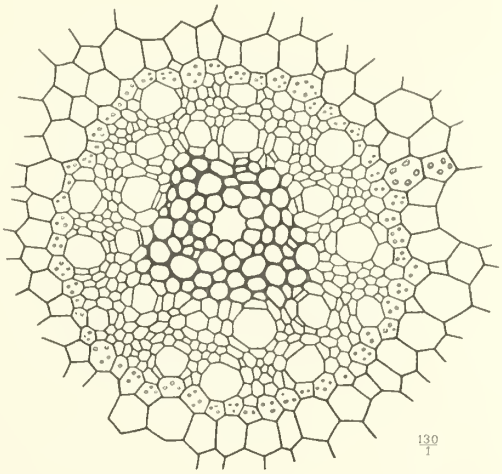
30



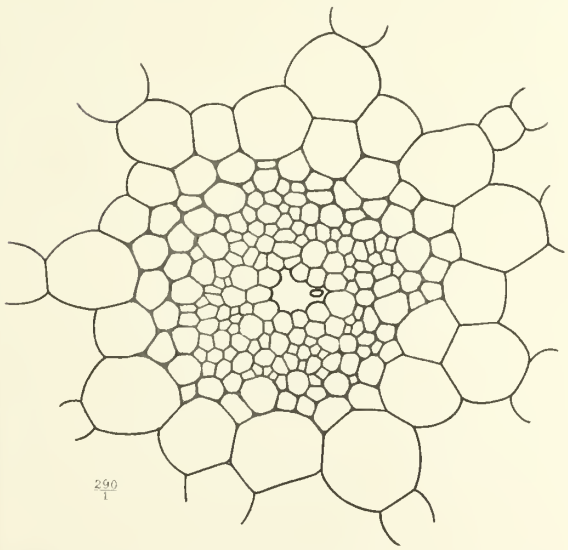
34



32



31



Tafel VII.

Stammstructur.

Fig. 35. *Potamogeton perfoliatus.*

Eines der vier eckständigen stammeigenen Bündel des axilen Stranges im Querschnitt. end Endodermis des Stranges, mp Markgrundgewebe zwischen den Bündeln desselben, rp Rindenparenchym. Im Xylem des Bündels ein grosser, aus Gefässen durch Resorption entstandener Gang, der von einer schmalen Zone Holzparenchym umgeben wird. Phloëm mit 9 grossen Siebröhren, davon eine mit Siebplatte gezeichnet; m Bastfasern.

Fig. 36. *Potamogeton nitens.*

Axiler Strang des Stengels im Querschnitt, aus 10 Einzelbündeln, welche mehr oder weniger verschmolzen sind, zusammengesetzt. In der Mediane liegen 2 Bündel, von denen das grössere 3 Phloëmtheile, einen aussen, zwei seitlich zeigt. Zwischen den Bündeln ziehen sich schmale Zonen von Grundgewebe (mp) hin, deren dickere Wandung durch stärkere Conturen wiedergegeben ist, ferner Bastfasern, welche auch die Schutzscheide (end) zum Theil verstärken. Die Xylemtheile der Bündel sind hier wie auch in den folgenden Figuren leicht an den grossen, von Holzparenchym kranzförmig umgebenen Gängen zu erkennen. Siebtheile mit grossen Siebröhren.

Fig. 37. *Potamogeton crispus.*

Axiler Strang im Querschnitt. Einzelbündel zu einer medianen und 2 seitlichen Gruppen enger vereint, zwischen denen stärkeführendes Grundgewebe und einzelne Bastfasern auftreten. Die rechte Gruppe enthält noch 2 Xylemtheile, die linke bloss einen.

Fig. 38. *Potamogeton lucens.*

Axiler Strang im Querschnitt. Verschmelzung weiter vorgeschritten. In den 3 Bündelgruppen nur je 1 Holztheil, im mittleren 2 Phloëmgruppen. Grundgewebe (mp) grosszellig, zartwandig, mit kleinen Intercellularen. Wenig verdickte Bastfasern in Gruppen legen sich an die Grundgewebszonen und an die Endodermis in der Mediane an.

Fig. 39. *Potamogeton densus.*

Axiler Strang im Querschnitt. Alle Elemente zartwandig, im Uebrigen ähnliche Zusammensetzung wie bei voriger Art. Das Grundgewebe (mp) zwischen den mittleren grösseren und den beiden seitlichen kleineren Bündeln auf dem Querschnitt kaum hervortretend, in Form einer schmalen Zone vorhanden. end Schutzscheide, s Siebröhren.

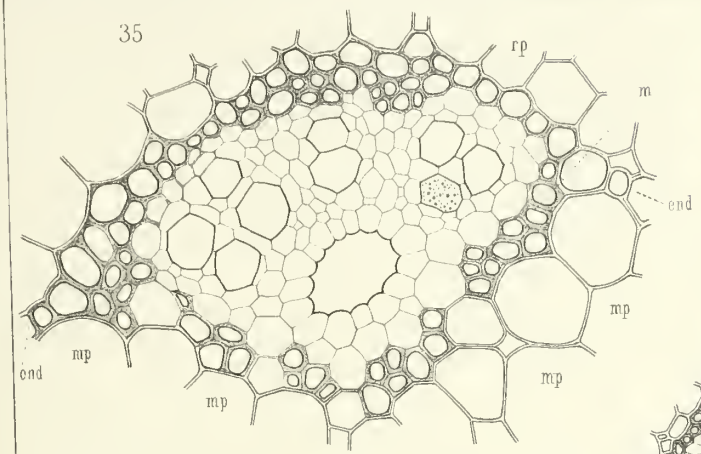
Fig. 40. *Potamogeton acutifolius.*

Axiler Strang im Querschnitt. Schutzscheide dickwandig. Das mittlere grössere Bündel mit 2 Phloëmtheilen von den beiden kleineren seitlichen Bündeln durch Bastfasern geschieden. In den Xylemgängen Gefässringe, an der Wandung haftend, sichtbar.

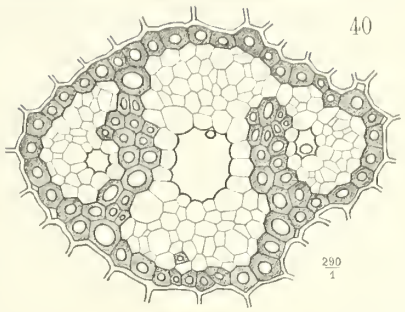
Fig. 41. *Potamogeton pusillus.*

Axiler Strang im Querschnitt. Holztheile aller Einzelbündel zu einem einzigen axilen verschmolzen. Dagegen lassen sich noch 4 Phloëmgruppen, 2 mediane und 2 transversale, erkennen, welche durch einige dünne Bastfasern geschieden werden. Schutzscheide dickwandig. Eine Siebröhre mit Siebplatte gezeichnet.

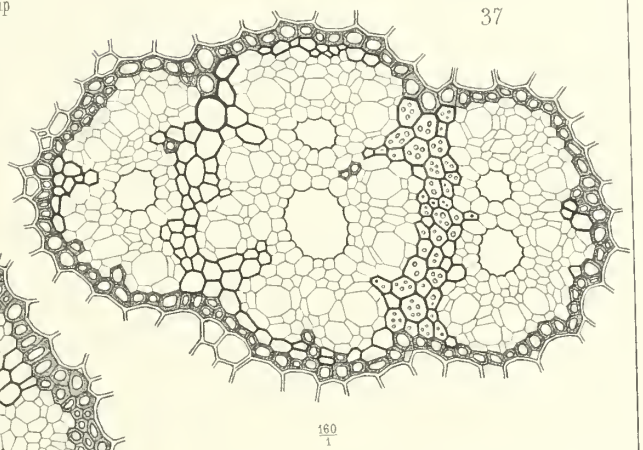
35



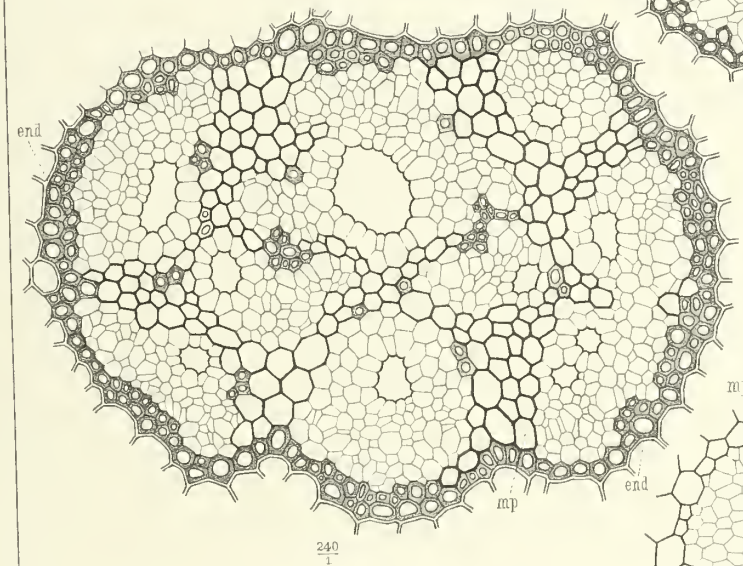
40



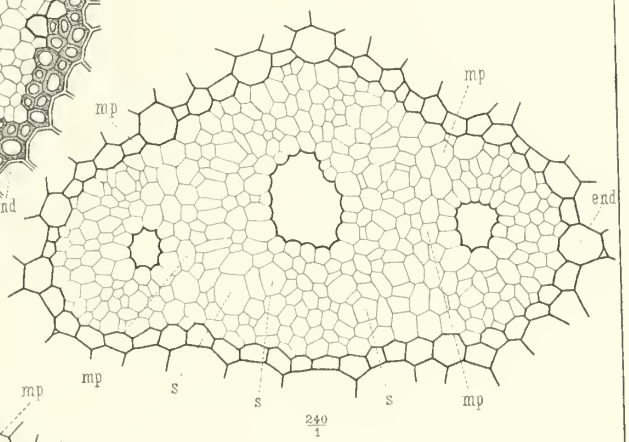
37



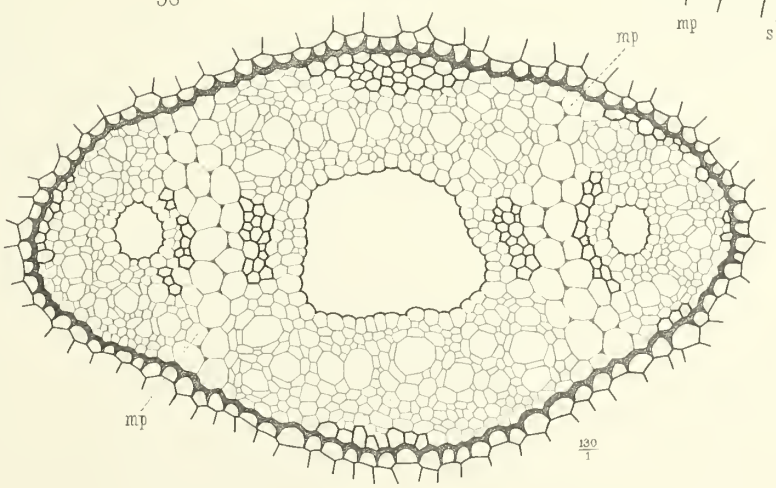
36



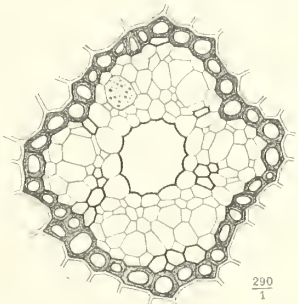
39



38



41



H. Schenck gez.

Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel.

Tafel VIII.

Stammstructur.

Fig. 42. *Potamogeton pectinatus.*

a) Axiler Strang im Querschnitt. Vollkommen concentrischer Bau. Phloëmzone breit. Axiler Holztheil mit grossem durch Resorption von Ringgefässen entstehenden Gang, der von Holzparenchymzellen unmittelbar umgeben wird.

b) Axiler Strang dicht unter dem Knoten im Querschnitt. Abzweigung des Blattleitbündels, und Schutzscheide.

Fig. 43. *Zannichellia palustris.*

Axiler Strang im Querschnitt. Wie bei *P. pectinatus* gebaut. Phloëmzone schmäler, nur einen Ring von Siebröhren (s) enthaltend.

Fig. 44. *Elodea canadensis.*

Axiler Strang im Querschnitt. Aus einem centralen und 3 peripherischen Bündeln durch Verschmelzung hervorgegangen. In den Holztheilen dieser Bündel je ein lysigener, mit stärkeren Conturen gezeichneter Gang, von einem Kranz Holzparenchymzellen umgeben. Siebtheile zu einer Ringzone verschmolzen. Siebröhren durch Schattirung angedeutet. Der Querschnitt ist einem Exemplar entnommen, welches in einem seichten Tümpel gewachsen war, gedrungenen Habitus besass und sich durch ziemliche Derbwandigkeit aller Zellen auszeichnete.

Fig. 45. *Vallisneria spiralis.*

Einzelbündel aus dem Stolo im Querschnitt. Im Xylem ein lysigener Gang von einem Holzparenchymring umgeben. Nach aussen schliesst sich daran eine Siebzone, die wiederum aussen von einer dünnwandigen Bastsichel bedeckt wird. Die 4 dunkel schattirten Zellen stellen Gerbstoffschläuche vor.

Fig. 46. *Lemna trisulca.*

Leitbündelchen im Querschnitt.

a) Aus dem Sprossstiel,

b) Aus dem zweiten Sprossglied, dicht über dem Knoten.

Im Holztheil ist nur ein Gefäss (gef) vorhanden, im Siebtheil nur eine Siebröhre (s) mit 2 Geleitzellen.

Fig. 47. *Potamogeton lucens.*

Rindenbündel im Querschnitt.

a) Mit Xylem, Phloëm und Bastfasern.

b) Desgl., Xylemgang eng, mit einem Ringe an der Wandung.

c) Bastfaserbündel mit zartwandigem, wenige Siebröhren enthaltendem Phloëm im Innern.

d) Bastfaserbündel ohne Phloëm.

Fig. 48. *Potamogeton nitens.*

Rindenbündel im Querschnitt.

a) mit kleiner Phloëmgruppe.

b) mit 1 Siebröhre nebst 1 Geleitzelle.

c) ohne zartwandige Elemente.

Fig. 49. *Potamogeton pectinatus.*

Rindenbündel im Querschnitt.

a) Zartwandiges Phloëmbündelchen.

b) Bastfaserbündelchen mit einigen zartwandigen Phloëmelementen.

Fig. 50. *Potamogeton perfoliatus.*

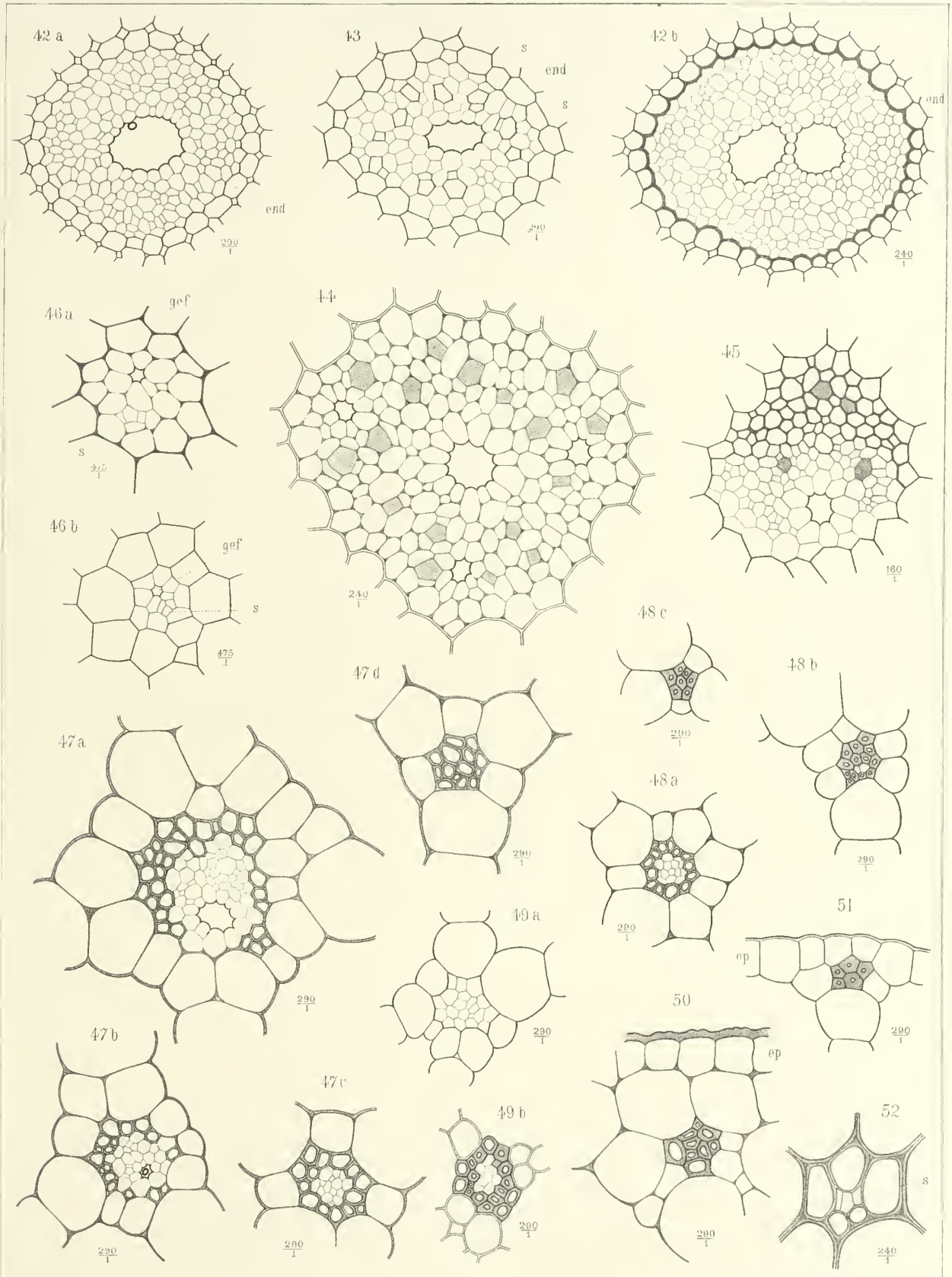
Bastfaserbündel unter der subepidermalen Parenchymlage. ep. Epidermis.

Fig. 51. *Potamogeton acutifolius.*

Subepidermales Bastfaserbündelchen. ep. Epidermis.

Fig. 52. *Elodea canadensis.*

Rindenbündelchen, eine Siebröhre (s) nebst 2 Geleitzellen umschliessend.


42 a
end
290/1
43
s
end
s
290/1
42 b
end
240/1
46 a
gef
s
475/1
44
240/1
45
160/1
46 b
gef
s
475/1
48 c
290/1
48 b
290/1
47 d
290/1
47 a
290/1
48 a
290/1
51
ep
290/1
49 a
290/1
50
ep
290/1
47 b
290/1
47 c
290/1
49 b
290/1
52
s
240/1

Tafel IX.

Stammstructur.

Fig. 53. *Ceratophyllum demersum.*
Stammquerschnitt. Luftgänge klein. Axiler Strang angedeutet.

Fig. 54. *Elatine Alsinastrum.*
Stammquerschnitt.

Fig. 55. *Aldrovandia vesiculosa.*
Stammquerschnitt.

Fig. 56. *Potamogeton densus.*
Stammquerschnitt.

Fig. 57. *Callitriche stagnalis.*
Stammquerschnitt. a) Landform. b) Wasserform.

Fig. 58. *Peplis Portula.*
Stammquerschnitt.

Fig. 59. *Ranunculus divaricatus.*
Stammquerschnitt.

Fig. 60. *Myriophyllum spicatum.*
a) Epidermis und Aussenrinde des Stammes im Querschnitt.
b) Epidermis, von der Fläche gesehen.
c) Subepidermale Parenchymschicht, von der Fläche gesehen.
d) Parenchymzellen der Septen zwischen den Luftgängen, von der Fläche gesehen.
e) Schutzscheidenstück, im Querschnitt. s Siebröhre des angrenzenden Phloëms.
f) Schutzscheidenzellen, im Querschnitt, mit conc. H_2SO_4 behandelt. Ein Streifen in den Radialwänden stärker verkorkt.
g) Dieselben von der Fläche gesehen.
h) und i) Parenchymsepten zwischen den Luftcanälen des Stammes, im Querschnitt. Mit Kalkoxalatdrusenzellen.

Fig. 61. *Ceratophyllum demersum.*
a) Epidermis des Stammes.
b) Subepidermale Parenchymschicht, von der Fläche gesehen.

Fig. 62. *Elatine Alsinastrum.*
a) Epidermis des Stammes.
b) Subepidermale Parenchymschicht, von der Fläche gesehen.
c) Parenchymzellen der Septen zwischen den Luftgängen, von der Fläche gesehen.

Fig. 63. *Ranunculus divaricatus.*
Epidermis des Stammes, von der Fläche gesehen.

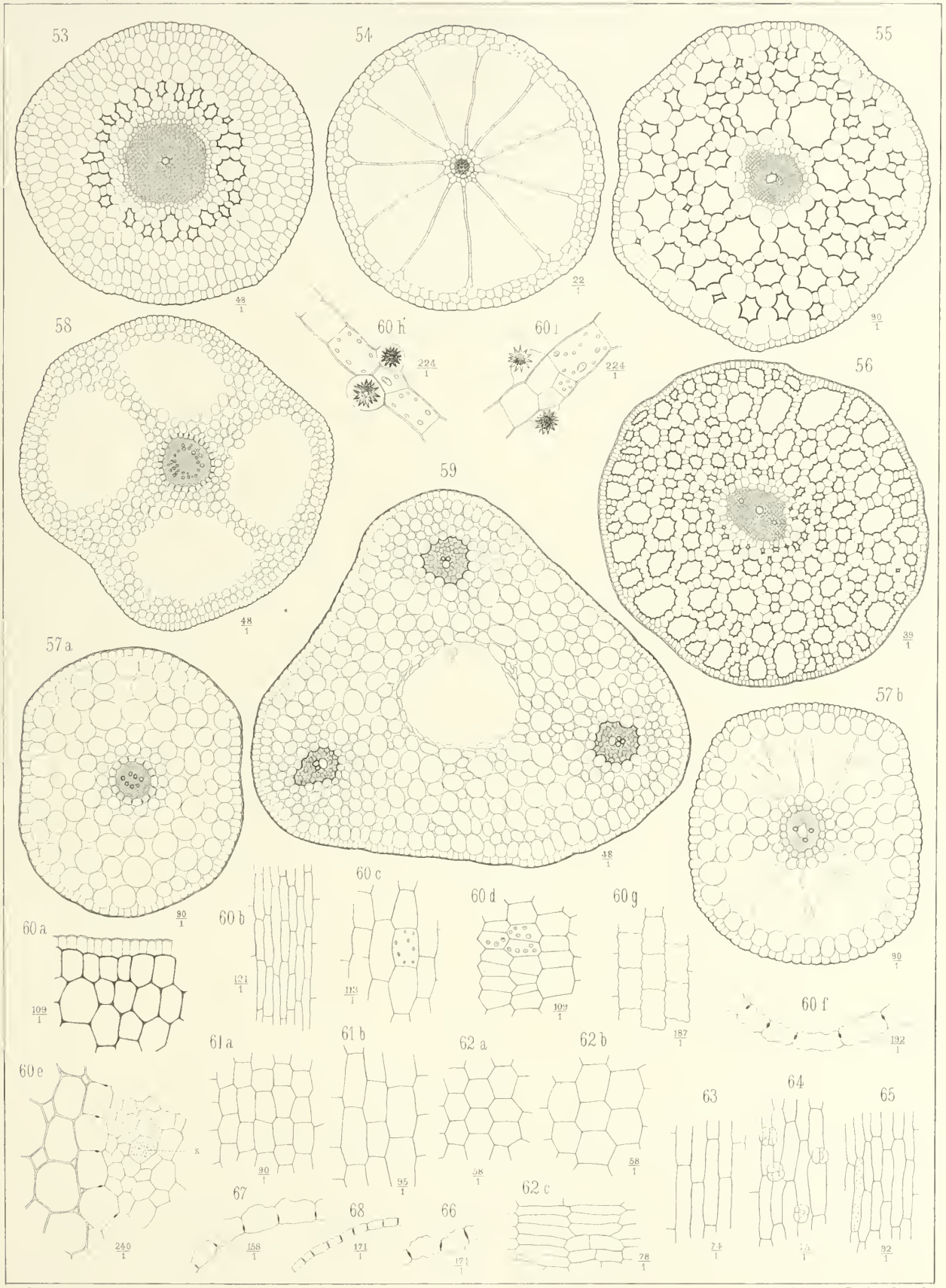
Fig. 64. *Utricularia vulgaris.*
Epidermis des Stammes mit den Köpfchenhaaren, von der Fläche gesehen.

Fig. 65. *Potamogeton lucens.*
Epidermis des Stammes, von der Fläche gesehen.

Fig. 66. *Peplis portula.*
Schutzscheidenzellen im Querschnitt, mit conc. H_2SO_4 behandelt. Vergl. Fig. 24.

Fig. 67. *Hippuris vulgaris.*
Desgleichen.

Fig. 68. *Potamogeton perfoliatus.*
Desgleichen. Vergl. Fig. 35.


53
48/1
54
22/1
55
90/1
58
48/1
60 h
224/1
60 i
224/1
56
39/1
59
48/1
57 a
90/1
57 b
90/1
60 a
109/1
60 b
121/1
60 c
113/1
60 d
109/1
60 g
187/1
60 f
192/1
60 e
240/1
61 a
90/1
61 b
95/1
62 a
58/1
62 b
58/1
63
74/1
64
75/1
65
92/1
67
158/1
68
171/1
66
171/1
62 c
78/1

Tafel X.

Wurzelstructur.

Fig. 69. *Hippuris vulgaris.*
Querschnitt durch den axilen Strang einer dünnen Adventivwurzel der Landform. end Schutzscheide, p Pericambium, phl Phloëmgruppen.

Fig. 70. *Elatine Alsinastrum.*
a) Querschnitt durch den axilen Strang einer älteren Adventivwurzel.
b) Quersehnitt durch den axilen Strang einer jungen Adventivwurzel.

Fig. 71. *Myriophyllum spicatum.*
a) Querschnitt durch den axilen Strang einer Adventivwurzel. Pentareher Bau mit etwas unregelmässiger Ausbildung.
b) Querschnitt durch den axilen Strang einer zarten Seitenwurzel einer solchen Adventiv wurzel. Gefässstrahlen auf zwei Erstlingsgefässe redueirt.

Fig. 72. *Myriophyllum alterniflorum.*
Querschnitt durch den axilen Strang der Adventivwurzel der Landform. Tetrareher Bau.

Fig. 73. *Ranunculus fluitans.*
Querschnitt durch den axilen Strang der Adventivwurzel der Wasserform.

Fig. 74. *Ranunculus aquatilis.*
Querschnitt durch den axilen Strang einer jungen Adventivwurzel der Wasserform.

Fig. 75. *Callitriche stagnalis.*
a) Axiler Strang der Adventivwurzel der Wasserform, im Quersehnitt.
b) Desgl. der Landform. Beide nur mit je 1 Siebröhre (s) in den beiden Phloëmtheilen.

Fig. 76. *Callitriche vernalis.*
Querschnitt durch den axilen Strang einer Adventivwurzel. Triarcher Bau. In den 3 Phloëmgruppen nur je 1 Siebröhre (s).

Fig. 77. *Potamogeton natans.*
Axiler Strang einer Adventivwurzel im Quersehnitt. gef Gefäss, s Siebröhre nebst Geleitzelle, p Pericambiumzellen, ej eellules conjonctives. Pentareher Bau.

Fig. 78. *Potamogeton densus.*
Axiler Strang einer Adventivwurzel im Querschnitt. Dieselbe Anordnung der Elemente wie bei vorhergehender Art. Gefässe zartwandig; Siebröhren schattirt.

Fig. 79. *Potamogeton crispus.*
Axiler Wurzelstrang im Querschnitt. Anordnung der Elemente wie vorher. Im Centrum nur 1 Gefäss.

Fig. 80. *Potamogeton pectinatus.*
Axiler Wurzelstrang im Querschnitt. Von Gefässen nur das centrale erhalten geblieben. Der pentarche Bau wird durch die 5 Siebröhren, welche im Pericambium liegen, bezeichnet.

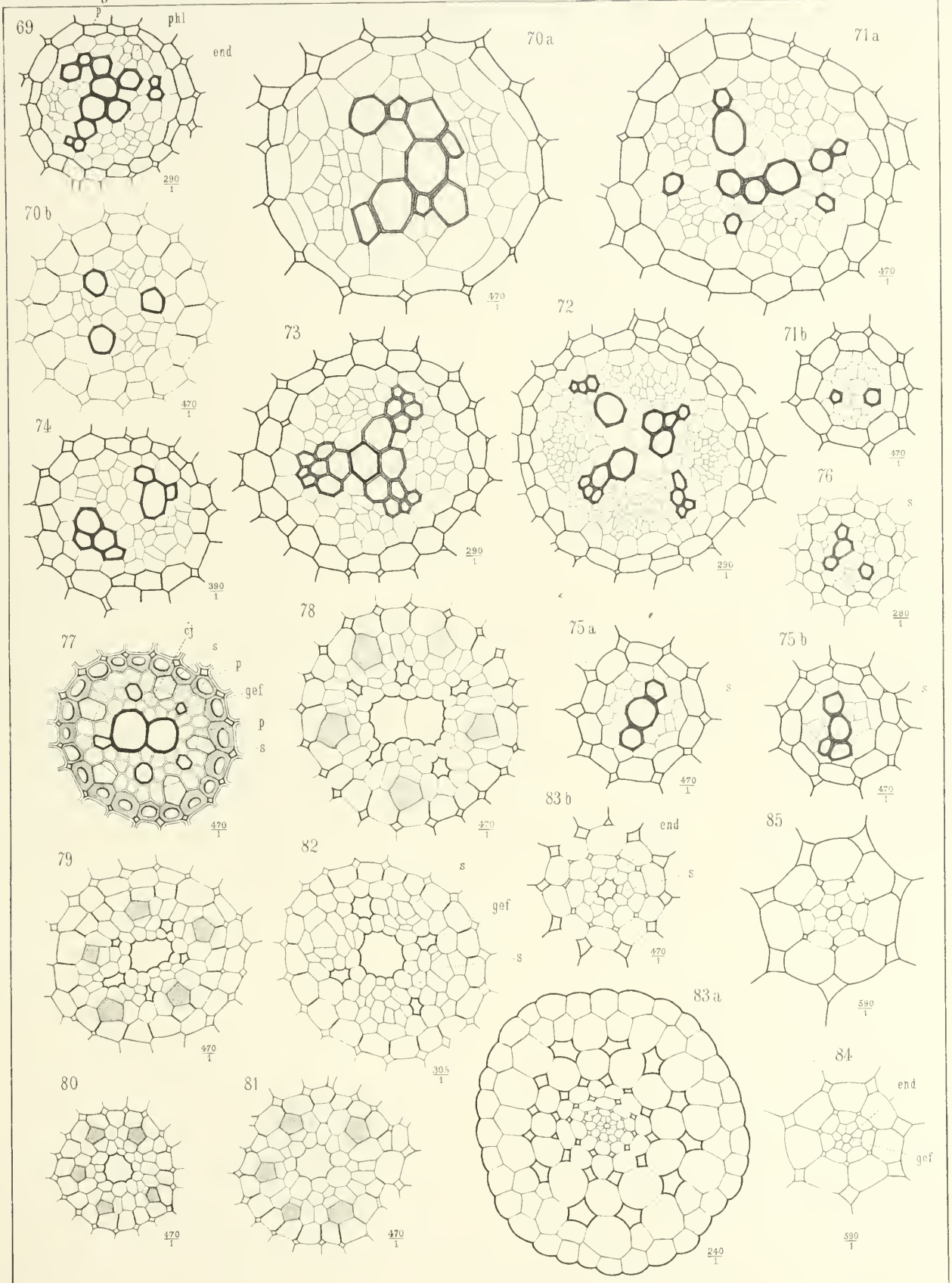
Fig. 81. *Zannichellia palustris.*
Axiler Wurzelstrang im Querschnitt. Wie bei voriger Art gebaut.

Fig. 82. *Elodea canadensis.*
Axiler Wurzelstrang im Quersehnitt. Tetrarches Bündel, 4 peripherische Gefässe (gef), dazwischen 4 Siebröhren (s). Parieambium ringsum vorhanden.

Fig. 83. *Vallisneria spiralis.*
a) Adventivwurzel im Quersehnitt.
b) Axiler Strang im Querschnitt. end Endodermis, s Siebröhren, zu 3 vorhanden. Ein centrales Gefäss ohne Verdiekungen.

Fig. 84. *Lemna trisulca.*
Axiler Strang der Adventivwurzel im Quersehnitt. end Endodermis, gef centrales Gefäss.

Fig. 85. *Lemna minor.*
Axiler Strang der Adventivwurzel im Quersehnitt. Gleicher Bau wie bei voriger Art.



H. Schenck gez. Artust Anst. v Th Fischer, Cassel.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 112080103